

Helsingin yliopisto

Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta

Taloustieteen laitos

Sami Syrjälä

**Pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälki - Case Oy
Hartwall Ab**

Elintarvike-ekonomia

Pro gradu

EE 328

Helsinki 2011

Tekijä — Författare — Author		
Sami Markus Syrjälä		
Työn nimi — Arbetets titel — Title		
Pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälki: case Oy Hartwall Ab		
Oppiaine — Läroämne — Subject		
Elintarvike-ekonomia		
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages
Pro Gradu	Joulukuu 2011	101 s.
Tiivistelmä — Referat — Abstract		
<p>Tutkielman tavoitteena oli määrittää 0,5 litran Hartwall Novelle maustamattoman kivennäisveden hiilijalanjälki lähteestä tehtaalle ja sieltä tuotteen loppumyyntipisteeseen asti sekä laskea pullotetun kivennäisveden elinkaaren eri vaiheiden aiheuttamat KHK-päästöt ja vertailla osuuksia keskenään, jotta ne voidaan minimoida. Tutkielman teoreettisessa osuudessa tavoitteena oli tutkia elinkaariajattelua, elinkaariarvioinnin metodologiaa ja hiilijalanjäljestä tehtyjä tutkimuksia, jotta pystyttiin tekemään perusteltuja ratkaisuja laskettaessa pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälkeä</p> <p>Tutkielman aineisto on kerätty kesällä 2011 Hartwallin sisäisistä prosesseista ja yhteistyökumppaneilta. Pullotetun kivennäisveden hiilijalanjäljeksi tuli 38,40 g CO₂-ekv. Jaoin KHK-päästöt kolmeen eri elinkaaren vaiheeseen: raaka-aineiden valmistukseen ja kuljetukseen, juoman valmistukseen ja logistiikkaan. Näistä vaiheista juoman valmistaminen ja logistiikka aiheuttivat suurimmat KHK-päästöt. Tutkielman tulosta arvioitaessa on huomattava, että se on suuntaa antava, sillä jouduin tekemään paljon oletuksia ja näin ollen tiedon kohdentamisen tarkkuus kärsi.</p> <p>Verrattaessa tutkielman tulosta muihin elintarvikkeisiin voidaan Hartwallin Novelle kivennäisveden hiilijalanjäljen todeta olevan melko pieni ja sitä voitaisiin markkinoida ilmastolle ystävällisenä juomana. Tuloksia on toistaiseksi haastava arvioida ja vertailuja eri elintarvikkeiden kesken on kuitenkin ongelmallista tehdä, koska yhtenäistä laskentatapaa hiilijalanjäljelle ei ole. Hiilijalanjäljen osalta suurimpana tulevaisuuden haasteena on kehittää yhtenäiset laskenta- ja kommunikointimallit.</p>		
Avainsanat — Nyckelord — Keywords		
Hiilijalanjälki, elinkaariarviointi, yhteiskuntavastuu, ilmastonmuutos		
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited		
Taloustieteen laitos		
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information		

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Esipuhe.....	5
1 Johdanto	6
1.1 Keskeiset käsitteet.....	8
1.2 Tutkielman taustaa	9
2 Yrityksen yhteiskuntavastuu	11
2.1 Yrityksen motiivit yhteiskuntavastuun toteuttamiseen.....	11
2.2 Elinkaariajattelu ja tuotelähtöinen vastuullisuus	14
3 Elinkaariarvioinnin metodologia.....	18
3.1 Metodologian päävaiheet	18
3.1.1 Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely.....	20
3.1.2 Inventaarioanalyysi	22
3.1.3 Vaikutusarviointi	24
3.1.4 Tulosten tulkinta	25
3.2 Metodologian ongelmakohtia ja epävarmuustekijöitä	26
4 Vastuullisuusmerkinnät pakkausissa	30
4.1 Ympäristölliset pakkausmerkinnät	30
4.2 Kolmansien osapuolien tuottamat pakkausmerkinnät ja yritykset	33
5 Hiilijalanjälki	37
5.1 Hiilijalanjäljen laskeminen	37
5.2 Hiilijalanjäljestä käytettäviä pakkausmerkintöjä	40
5.3 Hiilijalanjälki ja kuluttajat	44
5.4 Kahden juoman hiilijalanjäljen laskentaprosessi	46
5.4.1 Elovena juoma	46
5.4.2 Italialainen hanavesi vs. pullotettu mineraalivesi	47
6 Pullotetun kivennäisveden hiilijalanjäljen laskeminen.....	51
6.1 Tutkimuksen tavoitteet ja soveltamisala.....	51
6.1.1 Kivennäisveden elinkaaren prosessikuvaus.....	52
6.1.2 Elinkaaren rajaaminen	54
6.1.3 Oletukset ja allokoinnit.....	57

6.2 Inventaarioanalyysi	62
6.3 KHK-päästöjen vaikutusarviointi	72
6.4 Tulokset	75
7 Johtopäätökset.....	82
7.1 Tutkielmaan liittyviä rajoituksia ja huomioita.....	85
7.2 Pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälki verrattuna muihin elintarvikkeisiin	86
8 Pohdinta	88
Lähdeluettelo	90

Esipuhe

Tämä Pro Gradu-tutkielma lähti liikkeelle Oy Hartwall Ab:lle tekemästäni aloitteesta, joka johti toimeksiantoon tutkia pullotetun hiilihapollisen kivennäisveden hiilijalanjälkeä. Aloitin tämän Oy Hartwall Ab:n rahoittaman tutkielman helmikuussa 2011 ja se valmistui marraskuussa 2011. Ohjaajinani toimivat Helsingin yliopiston taloustieteen laitoksen yliopistonlehtori Leena Lankoski ja Oy Hartwall Ab:n laki- ja yhteiskuntavastuujohtaja Pekka Lindroos.

Haluan kiittää ohjaajiani heidän antamastaan tuesta. Leena Lankoskelle kiitokset, että hän suostui nopealla aikataululla ohjaamaan ja opastamaan minua elinkaariarvioinnin ja hiilijalanjäljen maailmassa. Pekka Lindroosia haluan kiittää aiheeni hyväksymisestä sekä opastamisesta juoma-alan asiantuntijoiden pariin. Haluan myös esittää kiitokseni tuotekehityspäällikkö Jorma Rasille ja prosessiasiantuntija Anna-Kaisa Vehviläiselle, jotka perehdyttivät minut kivennäisveden valmistusprosessiin ja avasivat uusia näkökulmia hiilijalanjäljen tutkimiseen. Kiitokset pakkauskehityspäällikkö Asko Sipolalle, joka tutustutti minut pakkauksen valmistusprosessiin sekä kunnossapitopäällikkö Sami Pohjaselle, jolta sain kaikki tehtaan energian kulutukseen liittyvät tiedot käyttööni. Lisäksi haluan kiittää koko muuta Hartwallin henkilökuntaa. He vastasivat ystävällisesti kysymyksiini ja auttoivat sekä tiedon keräämisessä että kohdistamisessa. Lopuksi suurkiitos tutkielman valmistumisesta kuuluu perheelleni ja läheisilleni, jotka ovat olleet tukenani tutkielman alusta alkaen.

Vantaalla joulukuussa 2011

Sami Syrjälä

1 Johdanto

Hiilijalanjäljestä on kiihtyvän ilmastonmuutoksen myötä tullut merkittävä yhteiskunnallinen ilmiö. Siitä on tullut tärkeä ympäristöllinen työkalu niin yrityksille kuin julkisen vallan käyttäjillekin sekä yhä suositumpi konsepti niin pakkausmerkintöjen, markkinoinnin, rahoituksen kuin sääntelyn kannalta. (Iribarren ym. 2010, 509; Johnson, 2008, 1569.) Hiilijalanjälki mittaa ihmisen tekojen vaikutuksia ilmastolle sekä kasvihuonekaasupäästöjen (KHK-päästöjen) kokonaismäärälle (Muthu ym. 2011, 469). Hiilijalanjäljen avulla voidaan myös mitata eri tuotteiden aiheuttamia suoria ja epäsuoria hiilidioksidipäästöjä niiden elinkaaren eri vaiheissa (Wiedman & Minx, 2008, 1). Yksi tällainen tuote, jonka kohdalla hiilijalanjälki voidaan mitata, mutta josta ei ole juurikaan tehty tieteellistä tutkimusta, on pullotettu kivennäisvesi.

Pullotetun veden käyttö jatkaa kasvuaan ympäri maailman ja yhä suurempi kiinnostus kohdistuu sen käytön aiheuttamiin ympäristöllisiin, taloudellisiin ja sosiaalisiin seurauksiin. Eikä ole ihme, että seurauksista ollaan huolissaan, sillä Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa myytiin pullotettua vettä yli 200 miljardia litraa vuonna 2007. (Gleick & Cooley, 2009, 1.) Yksi näistä pullotettuun veteen liitetyistä ympäristöllisistä seurauksista on edellä mainittu ilmastonmuutos (Iribarren ym. 2010, 509).

Ilmastonmuutokselle annettu yhä kasvava poliittinen ja taloudellinen merkitys voi johtaa ääritapauksessa siihen, että hiilijalanjäljestä tulee hallitseva tekijä kuluttajan tehdessä valintaa vaihtoehtoisten hyödykkeiden välillä (Edwards-Jones ym. 2009, 488). Asialla on myös merkitystä elintarviketeollisuudelle, sillä ilmastonmuutos on suurin maailman ruoantuotannon tulevaisuutta muovaava tekijä (MMM, 2010). Kansainvälisestikin hiilijalanjälkikeskustelu on kiivasta. Ranska on jopa ehdottanut lakia, joka pakottaisi kaikkiin elintarvikkeisiin ympäristömerkinnän hiilijalanjälki mukaan lukien (Kasterine, 2010, 31).

USA:ssa ensimmäiset hiilijalanjälkimerkityt elintarvikkeet ilmestyivät markkinoille vuonna 2007 ja Japanissa vuonna 2009, jolloin joukossa oli myös joitain virvoitusjuomia (Kimura ym. 2010, 271). Pullotetun veden osalta hiilijalanjälkitutkimusta on Euroopassa tehty jonkin verran (ks. Pasqualino ym. 2011; Botto ym. 2011). Suomessa virvoitusjuomien ympäristövaikutuksia on tutkittu osana suurempaa tutkimusta (ks. Virtanen ym. 2009), mutta suoranaista hiilijalanjälkitutkimusta virvoitusjuomien osalta ei Suomessa ole tehty. Ylipäätään Suomessa hiilijalanjäljen tuotteilleen ovat määrittäneet

vasta Raisio, Fazer ja Soya, joten tutkimus on siinäkin mielessä perusteltua, sillä esimerkiksi muualla Euroopassa on jo useita hiilijalanjälkimerkittyjä elintarvikkeita. Tutkimuksella on myös suuri käytännön merkitys, sillä suomalaiset joivat Panimo- ja virvoitusjuomateollisuudenliiton (2010) mukaan pulloitettua kivennäisvettä vuonna 2009 yhteensä 86,2 miljoonaa litraa, mikä tarkoittaa 16,2 litraa henkilöä kohden.

Tutkielman teoreettisen osuuden tavoitteenani on tutkia elinkaariajattelua, elinkaariarvioinnin metodologiaa ja hiilijalanjäljestä tehtyjä tutkimuksia, jotta pystyn tekemään perusteltuja ratkaisuja laskeessani pulloitetun kivennäisveden hiilijalanjälkeä. Teoriaosuuden aluksi, luvussa 2, tarkastelen yrityksen yhteiskuntavastuuta ja motiiveja sen toteuttamiseen. Perehdyn luvussa muun muassa elinkaariajatteluun ja tuotelähtöiseen vastuullisuuteen yrityksissä. Tämän luvun tarkoituksena on olla perusta muulle teoriakeskustelulle. Plassmann ym. (2010, 394) ovat todenneet, että hiilijalanjäljen viitekehys pohjautuu elinkaariajatteluun sekä elinkaariarvioinnin menetelmiin.

Luvussa 3 perehdyn elinkaariarvioinnin metodologiaan. Sen pääperiaatteet on perusteltua tuntea, jotta voidaan ymmärtää hiilijalanjälki osana elinkaariarviointia ja samalla suurempaa kokonaisuutta. Luvussa 4 tutkin pakkausmerkintöjä yrityksen keinona ilmentää vastuutaan yhteiskunnasta ja erityisesti ympäristöstä. Pakkausmerkintöjen jälkeen tarkastelen luvussa 5 niin hiilijalanjäljen laskemiseen kuin esittämiseen liittyviä asioita. Käsittelen hiilijalanjäljestä käytettäviä pakkausmerkintöjä sekä siihen liittyvää problematiikkaa, kuten erilaisten merkintätapojen välisiä eroavaisuuksia. Tutkin myös kuluttajien suhtautumista ja ymmärtämystä hiilijalanjäljestä. Luvun lopuksi esittelen vielä kahden erilaisen juoman hiilijalanjäljen laskemisprosessin.

Tämän jälkeen siirryn tutkielman empiiriseen osuuteen, jossa tavoitteenani on:

- Tutkia, mikä on Hartwall Novelle maustamattoman kivennäisveden hiilijalanjälki aina lähteestä tehtaalle ja sieltä tuotteen loppumyyntipisteeseen asti.
- Tunnistaa Hartwall Novelle maustamattoman kivennäisveden elinkaaren eri vaiheiden aiheuttamat KHK-päästöt ja vertailla osuuksia keskenään, jotta ne voidaan minimoida.

1.1 Keskeiset käsitteet

Ilmastonmuutos tarkoittaa hallitusten välisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) mukaan tunnistettavaa muutosta ilmastossa, joka voidaan havaita ilmaston vaihtelevista keskiarvoista tai muista sen mitattavista ominaisuuksista määriteltynä ajanjaksona, joka on yleensä vähintään yksi vuosikymmen tai enemmän. Tämä koskee mitä tahansa ilmaston muutosta johtuen joko ilmaston luonnollisesta vaihtelusta tai ihmisen toiminnasta. (IPCC 2007, 30.) Ilmastonmuutokseen vaikuttavat kasvihuonekaasut, joita syntyy muun muassa poltettaessa fossiilisia polttoaineita. Kun näiden polttamisesta syntyvät päästöt ovat suurempia kuin päästöjen poistumisprosessi, on seurauksena ilmaston lämpeneminen. (IPCC 2007, 37.)

Kasvihuonekaasut ovat ilmakehään päätyviä kaasuja, joiden pitoisuutta ihminen toiminnallaan, pääasiassa maanviljelyllä ja fossiilisten polttoaineiden käytöllä, nostaa. Näitä ovat vesihöyry, hiilidioksidi (CO_2), typpioksiduuli (N_2O : ilokaasu, dityppioksidi, dityppimonoksidi), metaani (CH_4), fluorihilivety-yhdisteet sekä osittain halogenoidut kloorihiilivedyt (HFC, CFC, PCF, HCFC) ja halonit. (IPCC 2007, 36-37.)

Elinkaariarviointi on menetelmä, joka huomioi kaikki tuotteen ympäristölliset näkökohdat ja mahdolliset tulevaisuuden vaikutukset koko sen elinkaaren ajalta aina raaka-aineiden hankinnasta valmistukseen ja tuotteen käyttämiseen sekä sen hävittämiseen asti (Chapas yms., 2010, 62).

Hiilijalanjälki (*carbon footprint, CF*) mittaa KHK – päästöjä, jotka ovat aiheutuneet suorasti ja epäsuorasti tuotteen elinkaaren eri vaiheiden aikana (Wiedman & Minx, 2008, 1).

CO₂-ekvivalentti (CO₂-ekv.) on kasvihuonekaasuista käytettävä yhteinen mittayksikkö, jonka avulla hiilijalanjälki ilmaistaan. Sitä käytetään kuvattaessa kasvihuonekaasujen yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta. Koska eri kasvihuonekaasuilla on erilaiset ilmastoa lämmittävät vaikutukset, niistä tehdään vertailukelpoisia keskenään suhteuttamalla ne hiilidioksidiin tietyllä ajanjaksolla. Yhtä kiloa mitä tahansa kasvihuonekaasua siis verrataan yhteen kiloon hiilidioksidia. Tämä suhteutus toteutetaan GWP (*Global Warming Potential*)-kertoimen avulla, joka kuvaa eri kasvihuonekaasujen potentiaalia lämmittää ilmastoa. (IPCC 2007, 36; Edwards-Jones ym. 2009a, 479.)

1.2 Tutkielman taustaa

Viimeaikaiset todisteet sekä ennusteet viittaavat siihen, että ilmastonmuutos tulee kiihtymään entisestään (Heltberg yms. 2009, 89). Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan globaalia keskilämpötilan nousua niin ilmastossa kuin merissäkin sekä laaja-alaista lumen ja jään sulamista ja merenpinnan nousemista (IPCC 2007, 30). Kansainväliset tutkimukset osoittavat, että ilmastonmuutos johtuu ensisijaisesti ihmisten tekemisistä ja pääasiassa siitä, että liiallinen määrä kasvihuonekaasupäästöjä kuten hiilidioksidia (CO₂), metaania (CH₄) ja muita kasvihuonekaasuja pääsee ilmakehään. (Ma ym. 2010, 1983). Tämän myötä julkinen paine muun muassa fossiilisten polttoaineiden käytöstä syntyvän hiilijalanjäljen pienentämiseksi on kasvanut viime aikoina (Elms & El-Halwagi, 2010, 547). Olisikin tärkeää, että ihmisten tietoisuus hiilijalanjäljestä kasvaisi, sillä yksilöiden panostukset hiilijalanjäljen minimoimiseksi ovat merkittäviä koko maapallon ilmakehän kannalta (Muthu ym. 2011, 469).

Elintarvikkeiden osalta niiden elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia on yleensä tutkittu elinkaariarvioinnin avulla (ks. Cederberg ym. 2009; Virtanen ym. 2009; Ma ym. 2010; Muthu ym. 2011), johon myös hiilijalanjäljen laskenta perustuu. Englannin ympäristöasiain ministeriö DEFRA (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*) ja sen rahoittama The Carbon Trust-niminen voittoa tavoittelematon organisaatio esittävät julkaisussaan (DEFRA 2008, 1) useita syitä miksi yritysten kannattaa määrittää tuotteilleen hiilijalanjälki. Näitä ovat muun muassa seuraavat asiat:

- Yritykset pystyvät tällä tavoin vähentämään KHK – päästöjään.
- Ne pystyvät tunnistamaan kulujen leikkaamiskohteita.
- Hiilijalanjälki yhdistää päästöjen vaikutukset koskemaan yrityksen päätöksen tekoa muun muassa alihankkijoiden, materiaalien, tuotesuunnittelun ja tuotannon suhteen.
- Se osoittaa yrityksen johtamistaitoa yhteiskuntavastuun saralla.
- Vastaa kuluttajien informaation tarpeeseen tuotteiden hiilijalanjäljestä.

Iribarren ym. (2010, 510) esittävät myös edellä mainitut seikat omassa tutkimuksessaan ja lisäävät vielä tähän listaan yritysten mahdollisuuden tuotteiden keskinäiseen vertailuun KHK – päästöjen perusteella. Hiilijalanjäljellä voi olla tulevaisuudessa myös useita kaupallisia käyttötarkoituksia. Edwards-Jones ym. (2009,483) esittävät kolme mekanismia, joiden myötä hiilijalanjälki voi vaikuttaa kaupankäyntiin:

- 1) Yhä useammat kuluttajat löytävät hiilijalanjälkimerkityt tuotteet.
- 2) Tuottajat sitoutuvat yhteiskunnallisiin sopimuksiin hiilijalanjäljen pienentämiseksi.
- 3) Syntyy hiilijalanjälkivero kaikille tuontihyödykkeille.

Edwards-Jonesin ym. (2009,483) tekstistä on tulkittavissa, että edellä mainituista mekanismeista ensimmäinen on kaikkein merkittävin. Tuottajat eivät vielä ole osoittaneet suuria panostuksia hiilijalanjäljen vähentämiseksi ja hiilijalanjälkivero ei ole vielä realistinen vaihtoehto, mutta huomioitavaa on, että toteutuessaan sen vaikutus kaupankäyntiin olisi todella suuri.

Vilkastuva keskustelu ilmastonmuutoksesta on johtanut siihen, että yhteiskuntavastuusta on tullut osa yrityksen jokapäiväistä toimintaa. Osana yhteiskuntavastuuta on yrityksen vastuu ympäristöstä ja tähän kontekstiin liittyen elinkaariajattelu on tullut osaksi yritysten toimintaa. Elinkaariajattelun avulla yritykset pystyvät arvioimaan tuotteidensa potentiaalisia ympäristövaikutuksia. Aloitan seuraavaksi perehtymisen yrityksen yhteiskuntavastuuseen luvussa kaksi.

2 Yrityksen yhteiskuntavastuu

Yhteiskuntavastuun merkitys globalisoituneessa liike-elämässä on kasvanut. Yrityksillä on kasvava paine eri sidosryhmien tahoilta sitoutua sosiaaliseen, taloudelliseen ja ympäristölliseen vastuuseen yhteiskunnasta. Tämän myötä yritykset ovat tulleet yhä enemmän vastuullisiksi niin toimintojensa aiheuttamista ympäristöllisistä kuin muistakin vaikutuksista. (Orlitzky ym. 2011, 7; Burja & Micalache, 2010, 525.) Tässä luvussa perehdyinkin yrityksen yhteiskuntavastuuseen.

Pohdin tässä luvussa yrityksen yhteiskuntavastuuta. Tarkastelen ensin yleisiä motiiveja yhteiskuntavastuun toteuttamiseen luvussa 2.1. Luvussa 2.2 siirryn tarkastelemaan tuotelähtöistä vastuullisuutta ja tuotteisiin liittyvää elinkaariajattelua. Tuotelähtöinen vastuullisuus ja siihen liittyvä elinkaariajattelu on tärkeä osa päivittäiskulutukseen tuotteita tekevän yrityksen yhteiskuntavastuuta. Mutta miksi yritykset toimivat ympäristön hyväksi muutoin kuin lain edessä? Ovatko motiivit aina taloudelliset? Muun muassa näihin kysymyksiin pyrin löytämään tässä luvussa vastauksen.

2.1 Yrityksen motiivit yhteiskuntavastuun toteuttamiseen

Yhteiskuntavastuulle on olemassa useita erilaisia määritelmiä. Euroopan komissio (2011) määrittelee sen käsitteeksi ”*jonka mukaan yritykset integroivat sosiaaliset ja ympäristölliset asiat liiketoimintoihinsa ja vuorovaikutukseen sidosryhmiensä kanssa vapaaehtoisuuteen perustuen.*” Argandoñan ja von Weltzien Hoivikin (2009, 225) mukaan yrityksen yhteiskuntavastuu tarkoittaa ”*joukkoa moraalisia velvollisuuksia muita sosiaalisia toimijoita ja yhteiskuntaa kohtaan, jotka yritys olettaa sille kuuluvan taloudellisten, sosiaalisten, poliittisten ja eettisten heijastumien tuloksena yrityksen roolista yhteiskunnassa ja suhteista muihin toimijoihin.*” Käytännössä yhteiskuntavastuu tarkoittaa heidän mukaansa yrityksen ja sen sidosryhmien välisen dialogin tulosta yritykseen kohdistuvista velvollisuuksista ja odotuksista.

Yrityksillä on erilaisia motiiveja miksi ne sitoutuvat toteuttamaan yhteiskuntavastuuta. Yksi näistä motiiveista perustuu lakiin. Suchman (1995, 574) määrittelee laillisuuden sosiaalisessa kontekstissa seuraavasti: ”*Laillisuus on yleinen käsitys tai olettamus, että organisaatioiden toiminnot ovat hyviä, asianmukaisia tai sopivia sosiaalisesti rakennetun järjestelmän normien, arvojen, uskomusten ja määritelmien mukaan.*” Sosiaalisten

odotusten täyttämisestä on tulossa tuottavuuden lisäksi yhä tärkeämpi asia liiketoiminnassa, jotta yritykset säilyttävät julkisuudessa laillisen uskottavuutensa (Brønn & Vidaver-Cohen 2009, 101-102). Babiakin ja Trendafilovan (2011, 13) mukaan laki voi olla vahva motivaation lähde yrityksille sitoutua toimimaan vastuullisesti, mutta muitakin tekijöitä tulee heidän mukaansa ottaa huomioon. Viimeaikaiset tutkimukset ovat esimerkiksi heidän mukaansa osoittaneet, että yritysten sosiaalisen ja taloudellisen suorituskyvyn välillä on synergiaa. Myös Kumar ja Tiwari (2011, 29) toteavat saman positiivisen yhteyden yritysten sosiaalisen ja taloudellisen suoriutumisen välillä.

Graafland ja van de Ven (2006, 112) ovat myös huomanneet yhteyden yrityksen taloudellisen menestyksen ja yhteiskuntavastuun välillä. He kuitenkin erottavat toisistaan kaksi erilaista näkökulmaa yrityksen yhteiskuntavastuusta puhuttaessa. Nämä ovat strateginen ja moraalinen lähestymistapa. Strategisessa lähestymistavassa yritykset uskovat, että yhteiskuntavastuun toteuttaminen tuottaa pitkällä aikavälillä taloudellista menestystä. Varsinkin suuret yritykset uskovat yhteiskuntavastuulla olevan positiivinen vaikutus yrityksen taloudelliseen suoriutumiseen, koska ne ovat paljon näkyvämpiä niin työnantajamarkkinoilla kuin kuluttajien silmissä. Toisin sanoen suurille yrityksille maineella on enemmän merkitystä kuin pienille yrityksille. Myös Brønnin ja Vidaver-Cohenin (2009, 98) tutkimuksessa ilmeni, että yrityksen maineen paraneminen on yksi motivaatiotekijä yhteiskuntavastuun toteuttamiseen.

Taloudellinen motiivi ei ole kuitenkaan ainoa syy sitoutua yhteiskuntavastuuseen. Moraalisessa lähestymistavassa yritykset pitävät yhteiskuntavastuuta moraalisenä velvollisuutenaan. Useilla yrityksillä on Graaflandin ja van de Venin (2006, 114-115) mukaan esimerkiksi sellainen yrityskulttuuri, jossa sitoudutaan tiettyihin liiketoiminnallisiin periaatteisiin mukaan lukien moraaliset velvollisuudet yhteiskuntaa kohtaan. Moraaliset syyt toteuttaa yhteiskuntavastuuta täyttävät Graaflandin ja van de Venin (2006, 114) mukaan neljä kriteeriä: ne heijastavat ehdottomuutta, ovat samanlaisia vaikka niitä sovellettaisiin muualla, ovat yleispäteviä ja motivoivat itsessään toimimaan oikein.

Brønnin ja Vidaver-Cohenin (2009, 98) tutkimuksessa voimakkaana motivaation lähteenä nousi esille myös se, että yrityksen moraalinen johtajuus tunnistettiin yhteiskunnassa. Varsinkin kun liike-elämässä on syntynyt yhteisymmärrys siitä, että vahva sosiaalinen agenda voi olla äärimmäisen tärkeä vastattaessa sidosryhmien odotuksiin ja suojeltaessa yrityksen mainetta aikana, jolloin internet ja globaali media

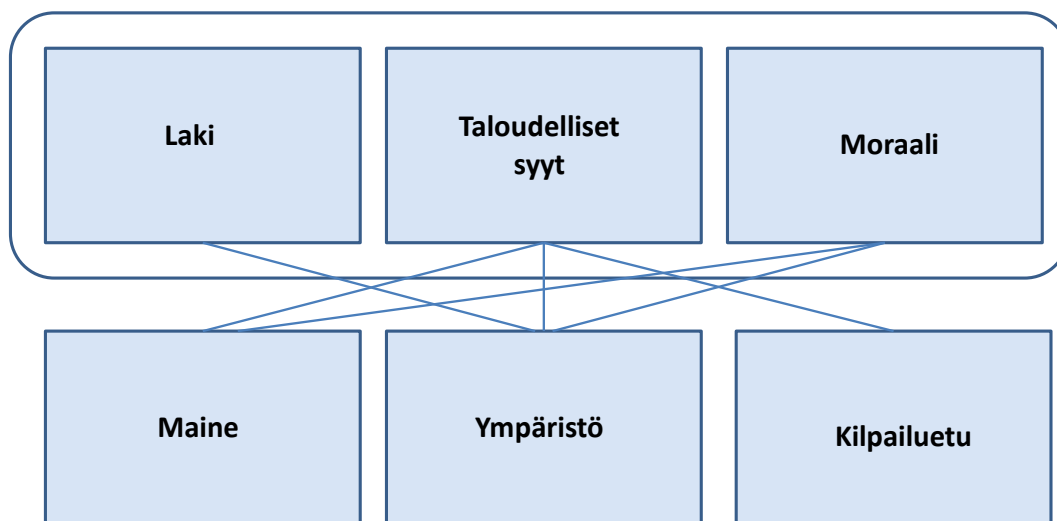
kohdistavat huomionsa välittömästi yrityksen epäonnistumisiin. (Brønn & Vidaver-Cohen 2009, 102-103.) Sosiaaliin päämääriin liittyen yksi yritysten motiiveista toteuttaa yhteiskuntavastuuta on eri sidosryhmien odotusten täyttäminen. Yrityksen sidosryhmillä tarkoitetaan niitä ihmisiä, organisaatioita, ryhmiä, yhteisöjä ja instituutioita, joilla on kiinnostusta ja vaikutusvaltaa yrityksen toimintaa ja sen seurauksia kohtaan. (Hine & Preuss 2009, 382; Mitchell ym. 1997, 855-856.)

Yrityksen toimialallakin voi olla merkitystä yhteiskuntavastuun toteuttamiseen. Hinen ja Preussin (2009, 386) tutkimuksessa tuli ilmi, että esimerkiksi alkoholijuomasektorilla yhteiskuntavastuu on luonnollinen osa liiketoimintaa, koska ”alkoholi ei ole sosiaalisesti neutraali tuote”. Myös Brønnin ja Vidaver-Cohenin (2009, 98) tutkimus vahvistaa väitettä toimialojen erilaisista motiiveista yhteiskuntavastuun toteuttamiseen.

Babiak ja Trendafilova (2011, 11, 17) toteavat, että ympäristöllisesti vastuulliset tavat harjoittaa liiketoimintaa ovat osa yrityksen yhteiskuntavastuuta. Motiiveja toteuttaa ympäristöllistä vastuuta on heidän mukaansa useita. He myös väittävät, että tällaisen vastuullisuuden taustalla ei ole aina taloudelliset tekijät. Heidän tutkimuksensa osoitti, että yrityksen ympäristöllinen vastuu koettiin yhteiskunnalliseksi normiksi. 43 prosenttia tutkimuksen vastaajista piti tärkeänä motivaatiotekijänä myös sitä, että yritys nähtiin ”hyvänä kansalaisena”. Lynes ja Andrachuk (2008, 379-380) nostavat saman seikan esille artikkelissaan, jossa he pohtivat yrityksen motivaatiotekijöitä sosiaalisen ja ympäristöllisen vastuun kantamiseen yhteiskunnassa. Muita syitä yrityksen ympäristöllisen vastuun toteuttamiseen oli heidän mukaan pitkän aikavälin taloudellisen strategian tuottamat hyödyt esimerkiksi investoimalla ympäristöystävällisempään teknologiaan ja ekotehokkuus kuten jätteiden käsittelystä tulevat kustannussäästöt. Myös kilpailuetu, yrityksen maineen paraneminen ja osakkeenomistajilta tuleva paine mainittiin motivaatiotekijöinä. Motiivien painotus on kuitenkin yrityskohtaista eivätkä kaikki motiivit sovellu kaikkiin yrityksiin.

Alla olevaan kuvioon (Kuvio 1) on koottuna yrityksen motiiveja toimimaan vastuullisesti yhteiskunnassa ja niiden välisiä yhteyksiä. Ylärivin laki, taloudelliset syyt ja moraali ovat kattokäsitteitä, joihin maine, ympäristö ja kilpailuetu liittyvät. Lain myötä yritysten on esimerkiksi noudatettava tiettyjä ympäristöön liittyviä sääntöjä. Taloudellisiin syihin noudattaa yhteiskuntavastuuta voi sen sijaan liittyä niin yrityksen maine, ympäristö kuin kilpailuetukin. Moraaliin liittyy esimerkiksi yrityksen ympäristön huomioiminen ja

samalla moraaliin voi liittyä myös yrityksen maine yhteiskunnassa.



Kuvio 1. Yrityksen motiiveja yhteiskuntavastuun noudattamiseen ja niiden välisiä yhteyksiä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että yritykset eivät toteuta yhteiskuntavastuuta pelkästään taloudellisista motiiveista, vaan syyt ovat monitahoisia ja ne myös liittyvät toisiinsa. Esimerkiksi parantamalla yrityksen jätteiden käsittelyä voidaan saada kilpailuetua ja yrityksen maine paranee samalla. Vaikka yrityksen perimmäisenä tarkoituksena on voiton tuottaminen sen omistajille, se voi silti olla vastuullinen osa yhteiskuntaa.

2.2 Elinkaariajattelu ja tuotelähtöinen vastuullisuus

Kuten edellisessä kappaleessa kävi ilmi, vastuullinen liiketoiminta on muutakin kuin esimerkiksi yksittäisiä projekteja luonnon hyväksi. Vastuullisuuden tulee ohjata yrityksen koko liiketoimintaa ja myös sitä kuinka se valmistaa tuotteensa (Rake & Grayson 2009, 396). Yritykset eivät voi enää esimerkiksi ajatella, että kun tuote on lähtenyt tehtaalta, yrityksen vastuu loppuu. Elinkaariajattelu laajentaakin näkökulmaa, josta tuotetta tarkastellaan koskemaan tuotteen koko elinkaarta aina syntymästä tuotteen lopulliseen

hävittämiseen asti. Elinkaariajattelu ympäristöllisestä näkökulmasta katsoen sisältää raaka-aineiden hankinnan, valmistuksen, jakelun, käytön ja hävittämisen. Huomattavaa on, että ympäristöllinen elinkaariarviointi eroaa markkinoinnillisesta elinkaariarvioinnista, joka perustuu tuotteen kaupalliseen elinkaareen markkinoilla. (Cooper 2005, 55-56.) Alla oleva kuvio (Kuvio 2) havainnollistaa ympäristöllisen elinkaariajattelun eri vaiheet. Kuvion riveillä näkyvät elinkaaren eri vaiheet ja pystysarakkeessa on esimerkkejä ympäristöllisistä vaikutuskategorioista.

VAIKUTUSLUOKKA	ELINKAAREN VAIHE				
	Raaka- aineiden hankinta	Valmistus	Jakelu	Käyttö	Hävitys
Resurssien kuluminen					
Ilmakehän saastuminen					
Vesistöjen saastuminen					
Kiinteät jätteet					

Kuvio 2. Yksinkertainen elinkaariajattelun viitekehys (Cooper 2005, 56).

Esimerkiksi yrityksille, ja ylipäätään elinkaariajattelun harjoittajille, lähestymistavasta tekee haasteellisen se, että tuotteiden elinkaaria ei ole olemassa minään valmiina erillisinä kokonaisuuksina. Elinkaaret täytyy mallintaa sen perusteella mitä oletetaan tutkittavan toiminnon tarkoitukseksi ja mihin esimerkiksi yritys asettaa oman vastuunsa ympäristöstä. (Heiskanen 2002, 428.) Tuotteen elinkaaren eri vaiheiden erottaminen toisistaan on välttämätöntä, jotta pystytään tunnistamaan ja arvioimaan niiden ympäristölliset vaikutukset. Koko elinkaariajattelun syvällisempää ymmärtämistä varten, niin yritysten kuin kuluttajienkin näkökulmasta, aiheen julkisen tietoisuuden kasvattaminen olisi tärkeää. Tutkimukset ovat osoittaneet, että esimerkiksi tietämys tuotteiden elinkaarien pituuksista on puutteellista. (Cooper 2005, 55, 63-64.)

Elinkaariajattelu alkaa siis tuotteen suunnittelusta, joka on ratkaiseva tekijä yritykselle. On väitetty, että jopa 80 prosenttia tuotteen kehittämis-, tuotanto- ja käyttökustannuksista

määritetään tuotteen suunnittelun alkuvaiheessa. Näin ollen mitä aiemmassa vaiheessa tuotteen elinkaaren suunnittelua sen ympäristölliset seikat otetaan huomioon, sitä enemmän saavutetaan ympäristöllisiä etuja ja kustannushyötyjä. (Mascle & Zhao 2008, 5.) Cooper (2005, 63) kuitenkin toteaa, että yritykset tarvitsevat vielä lisää tietoa, jotta niillä olisi kyky määrittää jo tuotteen suunnitteluvaiheessa elinkaari tarkasti. Heiskanen (2002, 427) sanookin, että kun yritykset suunnittelevat tuotteita, niin esimerkiksi pelkkien tuotantoprosessien huomioiminen ei ole enää riittävää, vaan tuotetta on tarkasteltava koko sen fyysinen elinkaari huomioden. Myös Zabaniotou ja Kassidi (2003, 549) toteavat, että tuotteen vaikutukset ympäristölle eivät rajoitu pelkästään sen valmistusprosessiin, vaan myös pakkaamiseen, tuotteen jakeluun, käyttöön ja lopuksi tuotteen hävittämiseen.

Toisaalta, vaikka yritys tuottaisikin ympäristöllisesti kestäviä tuotteita kuluttajat kuitenkin viime kädessä ratkaisevat mitä tuotteita he ostavat eikä elinkaariajattelulla ole silloin välttämättä merkitystä. Tuotteet eivät ole niiden ostajille pelkästään funktionaalisia esineitä, vaan ne välittävät muun muassa viestejä toisille ihmisille siitä mitä me olemme ja arvostamme sekä ovat osa identiteettiämme. (Cooper 2005, 60-63.)

Toinen tuotteiden elinkaariin vaikuttava tekijä on vähittäiskauppa. Se voi Heiskasen (2002, 432) mukaan omilla brandeillaan vaikuttaa merkittävästi tuotteiden elinkaariin määrittelemällä muun muassa tuotteiden sisällön, tuotantotavat sekä pakkaamisen. Vähittäiskaupan vapausaste näissä valinnoissa on suuri, sillä heillä ei ole samanlaisia uponneita kustannuksia kuin teollisuudella, esimerkiksi investointeja uuteen teknologiaan tai tuotantolinjoihin.

Jos tuotteiden käyttöiät kuitenkin pitenevät, yritykset tarvitsevat Cooperin (2005) mukaan myös uusia markkinointistrategioita. Tuotteen käyttöiän ja yrityksen markkinoinnin välinen suhde onkin tärkeä. Tekijöitä, jotka määrittelevät premiumtuotteiden markkinaosuuden tulisi Cooperin (2005) mukaan tutkia lisää tuotteiden hinta/laatu suhteen toimiessa referenssinä. Yritykset tarvitsevat lisää tietoa siitä, missä laajuudessa kuluttajat arvostavat tuotteen kestoa ostopäätöstä tehdessään. (Cooper, 2005, 60-63.)

Elinkaariajattelu on tärkeässä asemassa tuotteiden suunnittelijoille, valmistajille ja kuluttajille, kun he vastaavat ympäristöystävällisen kulutuksen haasteeseen.

Elinkaariajattelusta on jo käytännön sovellutuksia kuten elinkaariarviointi, jonka avulla mitataan tuotteiden ympäristöllisiä vaikutuksia. Nämä sovellukset vaativat tuotteiden elinkaarista tietoa, jota ei kuitenkaan aina ole saatavilla. Cooper pitääkin prioriteettina kulutushyödykkeisiin liittyvän tiedon hankinnan lisäämistä, jotta pystytään tekemään sekä teoreettista että empiiristä jatkotutkimusta elinkaariajattelusta. (Cooper 2005, 63-64.) Elinkaariajattelun tärkeys on sen metodologisessa joustavuudessa tunnistettaessa elinkaaren eri vaiheita. Tämä tulee esille myös kehitettäessä erilaisia sosiaalisia, taloudellisia ja ympäristöllisiä indikaattoreita, jotka auttavat eri sidosryhmiä omaksumaan laajemman näkökulman kehittämiskohteisiin ja toteutettavissa oleviin parannuksiin. (Thabrew & Ries 2009, 446.) Seuraavaksi luvussa 3 tutkin tarkemmin yhtä elinkaariajattelun sovellusta, elinkaariarviointia, josta on tullut tärkeä ympäristöllinen työkalu tutkittaessa tuotteiden potentiaalisia ympäristövaikutuksia.

3 Elinkaariarvioinnin metodologia

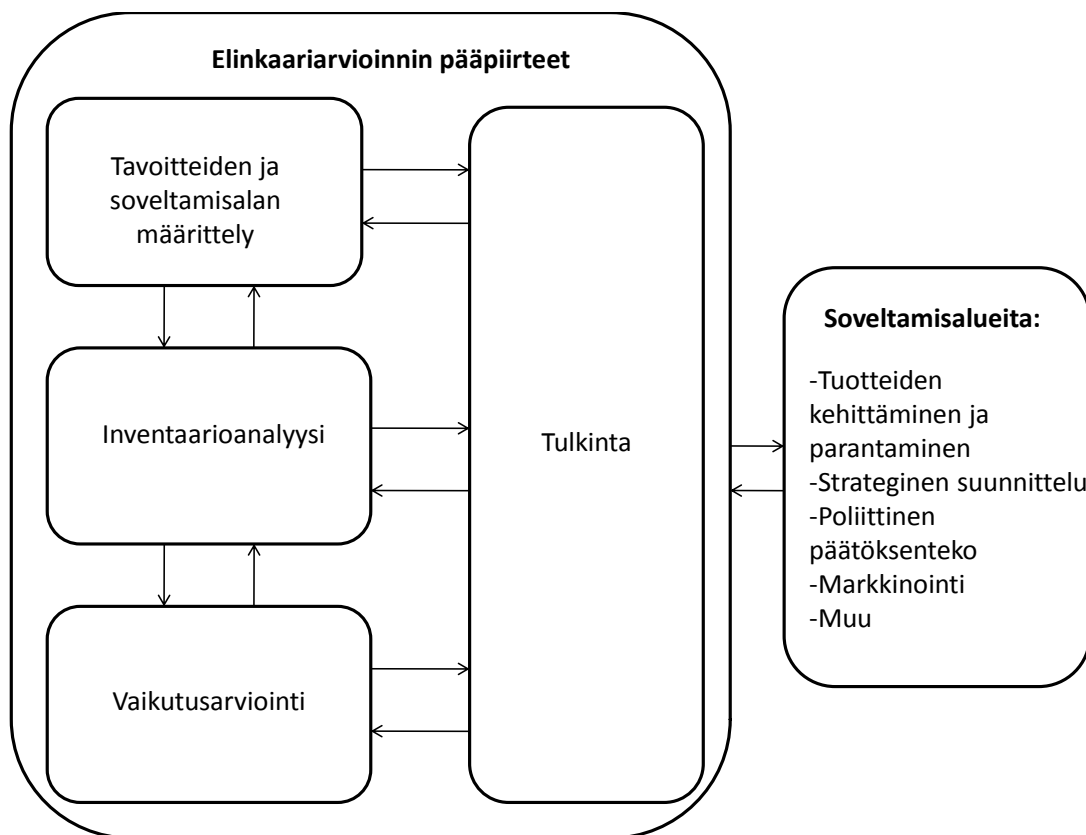
Hiilijalanjäljen laskeminen pohjautuu Botton ym. (2011), Pasqualinon ym. (2011), Cederbergin ym. (2009) ja Edwards-Jonesin ym. (2009a & 2009b) mukaan elinkaariarviointiin. Näissä edellä mainituissa tutkimuksissa oli keskenään yhtäläisyyksiä, mutta myös eroavaisuuksia liittyen hiilijalanjäljen laskentatapaan. Hiilijalanjäljen laskentamallien eroavaisuudet syntyivät niistä valinnoista, oletuksista ja tavoista ratkaista ongelmia, joita tehdään myös elinkaariarvioinnin perusmetodologian sisällä. Onkin siis perusteltua tutustua ensin elinkaariarvioinnin yleiseen metodologiaan ja siihen liittyviin oletuksiin, valintoihin sekä ongelmakohtiin, jotta myöhemmin ymmärretään ja pystytään perustellusti tekemään ratkaisuja pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälkeä laskettaessa.

Luvussa 3.1. esittelen tarkemmin elinkaariarvioinnin metodologian päävaiheet ja niihin liittyviä oletuksia. Olen jakanut kappaleen 3.1 alalukuihin elinkaariarvioinnin eri vaiheiden mukaisesti, jotta saadaan selkeimmin käsitys siitä, mitä oletuksia ja valintoja mihinkin vaiheeseen kuuluu. Luvussa 3.2 perehdyn elinkaariarvioinnin ongelmakohtiin ja epävarmuustekijöihin. Myös nämä asiat on syytä tunnistaa ja raportoida elinkaariarviointia tehtäessä, jotta tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti säilyvät.

3.1 Metodologian päävaiheet

Elinkaariarvioinnin juuret ulottuvat aina 1960-luvulle saakka, aikaan, jolloin ympäristöön liittyvät seikat kuten luonnonvarat, saasteiden hallinta ja energiatehokkuus nousivat ensimmäisen kerran julkiseksi huolenaiheeksi. Kansainvälinen standardointijärjestö ISO (*International Organization for Standardization*) on ollut vuodesta 1994 asti mukana elinkaariarvioinnin kehityksessä. Vuonna 2006 elinkaariarviointi sai ISO 14040- ja ISO 14044-standardit. ISO 14040-standardi määrittelee elinkaariarvioinnin periaatteet ja pääpiirteet. ISO 14044-standardi sen sijaan käsittelee elinkaariarvioinnin vaatimuksia ja suuntaviivoja kuten tavoitteiden sekä soveltamisalan määrittelyä. (Guinée ym. 2011, 90-91.) ISO 14040-sarjaan kuuluu myös kolme muuta elinkaariarviointia käsittelevää standardia, jotka täsmentävät 14040- ja 14044-standardeja. Yhdessä nämä viisi standardia muodostavat elinkaariarvioinnin standardikehikon, joka toimii elinkaariarvioinnin perustana. (SYKE, 2010, 17.) Guinéeen ym. (2011, 91) mukaan

merkittävin asia ISO:n vuonna 2006 tekemässä standardointityössä oli yleisen metodologisen viitekehysten syntyminen elinkaariarvioinnille (ks. Kuvio 4).



Kuvio 3. ISO 14040 standardiin perustuva elinkaariarvioinnin metodologinen viitekehys (Guinée ym. 2011, 92).

Elinkaariarviointiin kuuluu neljä eri vaihetta, jotka voidaan nähdä yllä olevasta elinkaariarvioinnin metodologisesta viitekehyksestä (Kuvio 4). Nämä vaiheet ovat tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi sekä tulosten tulkinta (Guinée ym. 2011, 92). Kuviossa 4 on myös elinkaariarvioinnin soveltamisalueita, jotka vaikuttavat muun muassa tavoitteiden määrittelyyn ja sitä kautta koko elinkaariarviointiin kuten myöhemmin kappaleessa 3.1.1 voidaan havaita.

Elinkaariarvioinnin ideologinen lähtökohta on siis se, että kaikki tuotteen tai palvelun elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset otetaan huomioon arviointia tehdessä (ILCD, 2010a, iv). Tämä vaikuttaa kahdella tapaa elinkaariarvioinnin tekemiseen. Ensinnäkin kaikki tuotteen tai palvelun elinkaaren aikaiset prosessit on otettava arvioinnissa huomioon ja toisaalta on osattava tunnistaa ne ympäristölliset seikat, joihin nämä prosessit vaikuttavat. Elinkaariarviointi on menetelmä, jonka avulla voidaan arvioida tuotteen elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia kuten ilmastonmuutosta,

rehevöitymistä, ilmakehän otsonikerroksen ehtymistä tai happamoitumista. Se on menetelmä, joka laskee tuotteen päästöt, sen kuluttamiseen käytetyt raaka-aineet sekä kaikki muut ympäristölliset muutokset, jotka aiheutuvat tuotteen elinkaaren aikana. Elinkaarella tarkoitetaan kaikkia tuotteen tuotantoon kuuluvia vaiheita. Siihen kuuluu muun muassa raaka-aineiden (vesi, energia, pakkaaminen) hankinta, materiaalien valmistaminen, itse tuotteen valmistaminen, tuotteen loppukäyttö ja kierrätys tai lopullinen hävittäminen. Ylipäätään kaikki energia- ja materiaalivirrat, jotka liittyvät suorasti tai epäsuorasti tuotteen valmistukseen huomioidaan arvioinnissa. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi kuljetukset eri vaiheiden välillä tai energian uusiokäyttö. Elinkaariarviointi tulee nähdä ennen kaikkea potentiaalisena ympäristövaikutusten mittarina eikä suorana arviona siitä, mitä tulee tapahtumaan. (Rebitzer ym. 2004, 702-704.) Ainutlaatuisen tutkimusmenetelmän elinkaariarvioinnista tekee juuri sen tuotteen elinkaareen keskittyvä näkökulma. Elinkaariarvioinnin laaja-alaisuus tekee siitä hyödyllisen työkalun ympäristöllisestä ongelmasta riippumatta. (Finnveden ym. 2009, 1.)

3.1.1 Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely

Tavoitteen määrittely on minkä tahansa elinkaariarvioinnin ensimmäinen työvaihe riippumatta siitä, onko kyseessä jonkin tuotteen tai prosessin rajoitettu tutkimus vai kokonainen elinkaariarviointi. Tavoitteen määrittelyvaiheessa identifioidaan tutkimuksen asiayhteys, tarkoitettu soveltamisala ja kohderyhmä, rajataan tavoitteet, joihin pyritään ja määritetään tutkittava prosessi sekä toiminnot. Tässä vaiheessa päätetään muun muassa tutkimuksen ajanjakso sekä sen yksityiskohtaisuus. Huomioitavaa tavoitteen määrittelyssä on sen vaikutus koko muuhun elinkaariarviointiin. Sen on oltava selkeä, jotta tulosten tulkintavaiheessa pystytään arvioimaan tulosten oikeellisuutta, sillä niitä peilataan asetettuun tavoitteeseen. Se ohjaa myös soveltamisalan määrittelyä, joka taas asettaa raamit elinkaariarvioinnin seuraavalle vaiheelle eli inventaarioanalyysille. (ILCD 2010a, 29-31; Rebitzer ym. 2004, 702-704.)

Soveltamisalan määrittämisessä on kyse siitä, mitä tutkitaan ja millä menetelmillä. Siinä määritetään yksityiskohtaisesti tutkittava kohde, kuten jokin tietty prosessi tai tuote. Tutkittavaan tuotteeseen tai prosessiin ja samalla koko elinkaariarviointiin liittyy tärkeänä seikkana toiminnallinen yksikkö (*functional unit, FU*). Elinkaariarviointi perustuu aina tarkoin määriteltyyn mitattavissa olevaan toimintoon, jonka jokin tietty

järjestelmä tuottaa. Tästä toiminnosta käytetään nimeä toiminnallinen yksikkö, joka nimeää ja määrittää toiminnon laadulliset ja laskennalliset näkökulmat. Sen avulla määritetään päästöjen suhteellinen osuus jokaisen prosessin kokonaispäästöistä. Se on perusta, joka mahdollistaa tuotteen tai prosessin vertaamisen ja analysoimisen muihin vaihtoehtoihin tuotteisiin tai prosesseihin nähden. Se voi olla esimerkiksi yksi litra valmista juomaa tai yksi litra juomatiivistettä tai sitten jokin yksittäinen toiminto. Muita soveltamisalaan liittyviä määritettäviä asioita ovat muun muassa inventaarioanalyysin viitekehys ja tutkimukseen liittyvien moninaisten prosessien käsitteleminen, kerättävän tiedon laatu ja lähteet, tutkimuksen vaikutusluokat, tutkimuksen ajalliset, maantieteelliset ja teknologiset vaatimukset sekä lopputulosten raportointi. Myös tutkittavan systeemin rajausta tehdään tässä vaiheessa. (ILCD 2010a, 51-96; Rebitzer ym. 2004, 704; Finnveden ym. 2009, 2.)

Guinée ym. (2009, 45) esittävät kirjassaan kolme erilaista tapaa systeemin rajaamiseen. Systeemi voidaan rajata:

- Ympäristön ja tuotantosysteemin välille
- Merkittävien ja ei-merkittävien prosessien välille
- Tutkittavana olevan teknologisen systeemin ja muiden, ei tutkinnan alaisten, teknologisten sistemien välille

Myös Finnveden ym. (2009, 5) esittävät samat rajausmenetelmät elinkaariarvioinnin metodologian kehittymistä koskevassa artikkelissaan. Heidän mukaansa ero ympäristön ja tutkittavan systeemin välillä on usein selkeä ja systeemin rajaaminen helppoa. Sen sijaan rajausta merkittävien ja turhien prosessien perusteella on haastavaa, sillä etukäteen ei voida tietää, mitä tietoa mistäkin prosessista tullaan arvioinnissa tarvitsemaan. Systeemin rajausta perustuen muihin teknologisiin järjestelmiin tulee kyseeseen silloin, jos samasta prosessista syntyy useita tuotteita. Tällöin tämä monitoimintainen prosessi tulee määrittää, jotta tutkittavalle tuotteelle osataan allokoida oikeat ympäristölliset vaikutukset.

ILCD-käsikirjassa (2010a, 96) esitetään hieman toisenlainen systeemin rajaustapa, joka perustuu samaan näkökulmaan kuin elinkaariarvioinnin ideologiakin eli rajauksen lähtökohdaksi otetaan koko tuotteen elinkaari. Tällöin systeemi rajataan kehdosta hautaan. Jos ei haluta tutkia koko tuotteen elinkaarta, systeemin rajausta voidaan tehdä

esimerkiksi kehdosta tehtaan portille, jolloin muun muassa tuotteen loppukäyttö jää ulos arvioinnista. Mahdollista on myös keskittyä vain tiettyyn elinkaaren osaan, jolloin puhutaan portilta portille rajaamisesta. Käytännössä systeemin rajaamisessa siis määritetään mitkä elinkaaren osat ja tutkittavan järjestelmän prosessit kuuluvat elinkaariarvointiin. Rajaaminen on tärkeää suorittaa tarkasti, jotta saadaan varmistettua, että kaikki ympäristöön vaikuttavat prosessit lasketaan mukaan arviointiin. (ILCD 2010a, 93-96; Rebitzer ym. 2004, 704.)

Soveltamisalan ja tutkittavan asiayhteyden määrittäminen kietoutuvat toisiinsa inventaarioanalyysivaiheessa. Erilaiset sovellukset vaativat erilaisia metodologisia lähestymistapoja inventaarioanalyysivaiheessa. Tiedon puutteen vuoksi tietoa saatetaan joutua keräämään esimerkiksi toiselta toimialalta. Tämä taas tarkoittaa sitä, että tiedon asiayhteys onkin erilainen, jolloin sen soveltaminen asiayhteyteen on myös erilaista. Tavoitteen, soveltamisalan ja näihin liittyvän asiayhteyden tulee olla linjassa toistensa kanssa. (ILCD 2010a, 29-31; Rebitzer ym. 2004, 702-704.) Finnveden ym. (2009, 16) korostavat myös tutkimuksen tavoitteiden, siinä kysyttävien kysymysten ja metodologisten valintojen välisen yhteyden ymmärtämisen tärkeyttä koko elinkaariarvioinnille ja sen tulosten oikeellisuudelle.

Tässä vaiheessa myös tutkimuksen menetelmiin, oletuksiin ja vaikutuksiin liittyvät rajoitukset määritellään ja dokumentoidaan. Nämä rajoitukset tulee kirjata selkeästi myös tulosten raportointivaiheessa. Kaikki muutkin tavoitteen asetteluun kuuluvat vaiheet tulee dokumentoida. (ILCD 2010a, 29-31; Rebitzer ym. 2004, 702-704.) Ylipäätään voidaan todeta, että kaikki tutkimuksen suorittamiseen tai raportointiin liittyvät seikat määritetään tarkasti elinkaariarvioinnin tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyvaiheessa.

3.1.2 Inventaarioanalyysi

Elinkaariarvioinnin seuraava vaihe on inventaarioanalyysi. Se on myös elinkaariarvioinnin työläin vaihe, sillä siinä kerätään kaikki elinkaariarviointia varten tarvittavat tiedot ja mallinnetaan tutkittava järjestelmä. Sekä tiedon kerääminen että järjestelmän mallinnus tulee tehdä niin, että ne ovat yhtenevät tutkimuksen alussa asetettujen tavoitteiden kanssa. Tietojen keräysvaiheessa alussa asetetut tavoitteet konkretisoituvat, kun tutkimusta aletaan suorittaa keräämällä tietoja määritellyistä lähteistä. Tietojen keräämisessä saatetaan joutua tilanteeseen, jossa tarvittavaa tietoa ei

pystytä suoraan määrittämään tutkittavasta systeemistä. Tällöin vaihtoehtoina ovat turvautuminen aiheeseen liittyvän tiedon keskiarvotietoihin, tiedon etsiminen jostain toisesta samanlaisesta prosessista tai tiedon arvion pyytäminen joltain asiantuntijalta. (ILCD 2010a, 151-153, 251-252; Rebitzer ym. 2004, 704.)

Järjestelmän mallinnuksella tarkoitetaan tietojen yhdistämistä ja luokittelemista niin, että järjestelmä tuottaa haluttua toimintayksikköä, jolloin pystytään laskemaan järjestelmän tuottamat ympäristövaikutukset. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että arvioidaan resurssien kulutus ja jätevirtojen sekä päästöjen määrä, jotka ovat aiheutuneet tuotteen elinkaaresta tai voidaan muutoin laskea tuotteesta johtuviksi. Tässä kohtaa joudutaan ratkaisemaan se, kuinka monimutkaisista tuotantoprosesseista saadaan kohdennettua resurssien käyttö ja päästöjen määrä oikeille toiminnoille ja oikealle ajanjaksolle aiemmin tehdyn systeemin rajauksen mukaisesti. (ILCD 2010a, 151-153, 251-252; Rebitzer ym. 2004, 704.)

Finnveden ym. (2009, 5-6) esittävät monitahoisten prosessien käsittelemiseksi kaksi toisistaan eroavaa vaihtoehtoa, jotka ovat allokointi tai allokoinnin välttäminen. Allokointi tarkoittaa ympäristövaikutusten kohdentamista eri tuotteille. ISO 14044-standardin (2006) mukaan allokointi tulee suorittaa tuotteisiin tai toimintoihin liittyvien fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten syy- ja seuraussuhteiden avulla. Jos tämä ei ole suoraan mahdollista allokointi tulisi tehdä esimerkiksi vertaamalla toimintojen käyttämiä erilaisia polttoaineita ja niiden energiasisältöjen määrää. Finnvedenin ym. (2009, 5) mukaan allokointi voidaan suorittaa myös taloudellisen arvon perusteella. Allokointia varten on tärkeää, että toimintayksikkö on määritetty tarkasti, jotta osataan kohdentaa esimerkiksi eri tuotteille oikea määrä energiankulutusta tai päästöjä (Rebitzer ym. 2004, 704).

Allokointi voidaan välttää jakamalla prosessit alaprosesseihin tai laajentamalla systeemirajoja. Prosessien jakaminen yksittäisiin yksitoimintaisiin alaprosesseihin tarkoittaa, että ne tuottavat ainoastaan haluttua tuotetta. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että erotellut alaprosessit eivät ole monitoimintaisia, jolloin sama ongelma toistuisi. Toinen vaihtoehto on tutkittavan systeemin laajentaminen. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi lisäämällä tarvittava toiminto systeemiin, jotta siitä saadaan vertailukelpoinen. (ISO 14044, 2006.)

Kun energia- ja materiaalivirroista on mallinnettu tuotantosysteemi alussa määritettyjen rajojen mukaan ja sen panokset (materiaalit, energia, vesi) sekä tuotokset (päästöt, saasteet) on laskettu, syntyy lopputuloksena tuotantosysteemimalli. Siinä tuotteen ympäristölliset vaikutukset on jaettu toimintayksikköä kohden (Rebitzer ym. 2004, 702-704.) Kuten todettu inventaarioanalyysi on tutkimuksen työläin vaihe, sillä kokonaisen elinkaariarvioinnin tekeminen vaatii suuren määrän tietoa. Laadukas tieto on tärkeää, jotta tutkimuksen validius säilyy. (ILCD 2010a, 187-189.)

3.1.3 Vaikutusarviointi

Tämän jälkeen päästään elinkaariarvioinnin seuraavaan vaiheeseen, joka on vaikutusarviointi. ISO 14044-standardi (2006) määrittelee vaikutusarvioinnin seuraavalla tavalla: *”Se on elinkaariarvioinnin vaihe, jossa pyritään ymmärtämään ja arvioimaan tuotantosysteemin potentiaalisten ympäristövaikutusten laajuus ja tärkeys.”* Vaikutusarvioinnissa on siis tarkoituksena tehdä johtopäätöksiä elinkaaren aikana syntyvien päästöjen ja kulutettujen resurssien määrästä, jotta osataan arvioida niiden vaikutukset suojeltavana olevalle kokonaisuudelle, toisin sanoen sille vaikutusluokalle, joka alussa on valittu (ILCD 2010b, 2).

Vaikutusarvioinnissa lasketaan inventaarioanalyysin tulokset ja saadaan arvio tuotteen elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista toiminnallista yksikköä kohden. Vaikutusarviointi etenee neljän eri vaiheen läpi, jotka ovat vaikutusluokan valinta ja luokittelu, vaikutusluokkaan liittyvän yhteisen mittayksikön määrittäminen sekä näiden mittayksiköiden normalisointi tai painottaminen. Ensimmäisenä määritetään ne ympäristölliset vaikutusluokat, jotka ovat oleellisia tutkimukselle. Oletuksena on, että kaikki ympäristöllisesti relevantit vaikutusluokat tulee sisällyttää elinkaariarviointiin niin laajasti kuin mahdollista. Tästä voidaan poiketa, jos tavoitteen rajauksessa havaitaan, että vaikutusluokkia tulee olemaan vain yksi, joka on kaikkialla samanlainen kuten hiilijalanjälkitutkimuksessa ilmakehä. (ILCD 2010a, 116-281; Rebitzer ym. 2004, 704.)

Tämän jälkeen inventaariotulokset sijoitetaan näihin erilaisiin vaikutusluokkiin. Yksittäisiin vaikutusluokkiin liittyvät tulokset ilmaistaan yleensä ekvivalentti- eli vastinearvoina, kun yhteinen mittayksikkö on ensin määritetty. Esimerkiksi ilmastonmuutoksessa KHK-päästöjen määrää ilmaistaessa yhteinen mittayksikkö on CO₂-ekvivalentti. Vaikutusluokan valinta ja luokittelu sekä yhteisen mittayksikön määrittäminen ovat ISO 14044-standardin (2006) mukaan vaikutusarvioinnin pakollisia

vaihteita. Mittayksiköitä normalisoimalla tai painottamalla voidaan tehdä vertailua eri vaikutusluokkien tai vaihtoehtoisten tuotteiden välillä, mutta nämä ovat tutkijan vapaaehtoisia valintoja.

Merkittävä seikka vaikutusluokkiin ja vaikutusarviointiin liittyen on niiden välinen oikeanlainen yhteys. Esimerkiksi materiaali- tai jätevirtoihin liittyvä tieto on luokiteltava oikeaan vaikutusluokkaan tai muuten vaikutusarviointi on epätäydellinen, mikä voi johtaa koko elinkaariarvioinnin tulosten vääristymiseen. Kun tulokset on kategorioitu oikeisiin luokkiin, tämän jälkeen kohdennetaan oikeat materiaali- tai jätevirrat oikeille prosesseille, jolloin nähdään yksittäisten prosessien kuormittavuudet kyseisen vaikutusluokan indikaattorin avulla. Sitten on vuorossa vaikutusarvioinnin tulosten laskeminen vaikutusluokkaa kohden. Jokaisen vaikutusluokan kohdalla lasketaan prosessivirrat yhteen ja saadaan lopputulos ympäristön potentiaalisesta kuormitusvaikutuksesta. (ILCD 2010a, 275-281; ILCD 2010b, 2-3; Rebitzer ym. 2004, 704.)

Vaikutusarviointiin yleisesti liittyy muutama huomionarvoinen asia. Ensinnäkin huomattavaa on, että eri vaikutusluokkien välillä ei voi tehdä keskinäistä vertailua esimerkiksi sen suhteen, kummat tulokset ovat oleellisempia ympäristölle, koska ne perustuvat eri vertailuyksiköihin. Esimerkiksi maan happamoitumista ei voida verrata ilmaston lämpenemiseen, koska tutkimukset perustuvat eri asioihin. Myös vertailevia elinkaariarviointitutkimuksia on olemassa, mutta niissä verrataan kahta samankaltaista tuotetta keskenään. Tällöin vaikutusarvioinnin tulosten laskeminen luo pohjan tulosten tulkintavaiheelle sekä elinkaariarvioinnin päätelmille ja suosituksille. Toiseksi merkille pantavaa on se, että vaikutusarvioinnin tulokset tulisi nähdä nimenomaan mahdollisina ympäristöön liittyvinä mittareina eikä suorina ennusteina siitä mitä tulee tapahtumaan. Toisin sanoen elinkaariarviointi ei sovellu esimerkiksi riskiarvioinnin työkaluksi. (ILCD 2010a, 275-281; Rebitzer ym. 2004, 704.)

3.1.4 Tulosten tulkinta

Elinkaariarvioinnin viimeinen vaihe on tulosten tulkinta. Tuloksia tulkittaessa tunnistetaan elinkaariarvioinnin tärkeimmät prosessit, oletukset ja elinkaaren vaiheet, jotka aiheuttavat päästöjä. Näitä prosesseja vertailemalla identifioidaan suurimmat

päästön aiheuttajat ja päästään lopputulokseen. (Rebitzer ym. 2004, 704; ILCD 2010a, 285.) Tuloksia tulkitaan elinkaariarvioinnin jokainen vaihe huomioiden ja niitä arvioidaan alussa asetettujen tavoitteiden näkökulmasta. Myös tulosten sovellustarkoitus otetaan tulkittaessa huomioon. Tulosten tulkinnalla on kaksi toisistaan poikkeavaa päätarkoitusta. Ensinnäkin elinkaariarvioinnin jokaisessa vaiheessa tapahtuvan tulosten tulkinnan tehtävänä on parantaa inventaarioanalyysissä syntynyttä mallia, jotta päästäisiin tutkimuksen tavoitteisiin. Toisaalta jos mallin parantamiseen ei ole enää tarvetta tuloksia tulkittaessa, silloin tulkintavaiheessa yksinkertaisesti tehdään tutkimukseen perustuvat kestävät johtopäätökset ja mahdolliset suositukset. (ILCD 2010a, 285.)

Jos tutkimus on onnistunut, johtopäätökset ja suositukset ovat linjassa asetettujen tavoitteiden ja rajoitusten kanssa. Tutkimuksen onnistumisen kannalta on erityisen tärkeää, että toiminnallinen yksikkö on sopiva, systeemi on rajattu oikein, kaikki hankittu tieto on laadukasta ja tiedolla on oikeanlainen yhteys tavoitteeseen. Tulokset tulee esittää ymmärrettävällä tavalla, jotta tutkimuksen lukija pystyy arvioimaan johtopäätöksiä ja ymmärtämään tutkimuksen mahdolliset rajoitukset. (ILCD 2010a, 285.)

ILCD-käsikirjassa (2010a, 52-54) esitetään kaksi tärkeää koko elinkaariarvioinnin tekemiseen vaikuttavaa seikkaa. Elinkaariarvioinnin on ensinnäkin oltava toistettavissa. Tällä tarkoitetaan sitä, että kuka tahansa pystyy elinkaariarvioinnin aikana dokumentoitujen tietojen, metodien ja oletusten avulla toistamaan tutkimuksen ja päätyään samoihin lopputuloksiin. Tämä on merkittävää tutkimuksen luotettavuuden kannalta ja tärkeä seikka arvosteltaessa tutkimusta. Toinen tutkimuksen luotettavuuden vaikuttava asia on se, että niin tutkimusmetodien, elinkaariarvioinnissa tehtävien oletusten kuin sitä varten kerätyn tiedonkin tulee olla yhteneväisiä keskenään. Tämän johdonmukaisuuden tulee kulkea läpi koko elinkaariarvioinnin. Elinkaariarvioinnin tuloksia tulkittaessa arvioidaan kuinka hyvin yhteneväisyys saavutettiin.

3.2 Metodologian ongelmakohtia ja epävarmuustekijöitä

Elinkaariarviointiin kuten moniin muihinkin päätöksenteon apuna käytettäviin menetelmiin liittyy epävarmuustekijöitä ja ongelmakohtia, jotka voivat johtaa virheisiin elinkaariarviointia tehtäessä. Finnveden ym. (2009, 14) määrittävät epävarmuuden

elinkaariarvioinnin yhteydessä seuraavalla tavalla: ”*Se on eroavaisuus mitatun tai lasketun suureen ja sen todellisen arvon välillä*”. He esittävät tämän epävarmuuden käsittelemiseksi kolme erilaista lähestymistapaa. Nämä lähestymistavat ovat tieteellinen, sosiaalinen ja tilastollinen. Tieteellisessä lähestymistavassa tutkitaan epävarmuuden kohdetta lisää, jotta se poistuisi. Sosiaalisessa lähestymistavassa keskustellaan epävarmuustekijöistä tutkimuksen toimeksiantajien kanssa ja pyritään löytämään yksimielisyys kerätyn tiedon ja valintojen suhteen. Tilastollisessa lähestymistavassa sen sijaan ei yritetä poistaa tai vähentää epävarmuustekijöitä vaan sulautua niihin. Tämä tarkoittaa erilaisten skenaarioiden ja vaihtoehtojen laskemista useiden metodien ja vaihtoehtoisten tietojen avulla. (Finnveden ym. 2009, 14-15.)

ILCD-käsikirjan (2010a, 377-379) mukaan elinkaariarviointiin liittyy pääasiallisesti kolmenlaisia epävarmuustekijöitä, jotka ovat tietoon ja tulosten tulkintaan liittyvä sattumanvarainen epävarmuus, metodologisiin valintoihin liittyvä epävarmuus ja tietämyksen puute tutkittavasta järjestelmästä. Tiedon keräämiseen ja inventaarioanalyysiin liittyvä sattumanvarainen epävarmuus sekä metodologiset epävarmuustekijät tulee tunnistaa, jotta osataan arvioida niiden vaikutus elinkaariarvioinnin lopputuloksiin. Toisaalta, jos tutkittavan järjestelmän tietämys on puutteellista, näiden ongelmakohtien tunnistaminen voi olla hankalaa.

Yksi yleinen virhe elinkaariarviointia tehtäessä on väärin perustein tehdyt vertailut raaka-aineiden välillä. Esimerkiksi yhtä kiloa lihaa ei voida verrata yhteen kiloon muovia. Vertailun tulee aina perustua tarkoin määritellyyn toiminnalliseen yksikköön. Tärkeää on myös se, että materiaaleja verrataan ainoastaan siinä asiayhteydessä, johon tutkittava tuote kuuluu. (ILCD 2010a, 62.) Toinen yleinen virhe liittyy järjestelmän puutteelliseen mallinnukseen jätevirtoja laskettaessa. Tämä voi johtua esimerkiksi epätarkasta systeemin rajauksesta, jolloin voi jäädä epäselväksi, mitkä jätevirrat lasketaan mukaan arviointiin ja mitkä jätetään laskematta. Mallinnukseen voi liittyä myös toinen virhe, joka johtuu epäyhtenäisestä tiedosta. Tähän tilanteeseen joudutaan yleensä käyttäessä järjestelmän ulkopuolista tietoa, jolloin se ei ole aina metodologisesti yhtenevää järjestelmästä saatavan tiedon kanssa. Tämä voi johtaa elinkaariarvioinnin tulosten vääristymiseen. (ILCD 2010a, 243-247.) Penningtonin ym. (2004, 727) mukaan ylipäättään koko mallinnukseen liittyvää epävarmuutta ei usein pystytä ratkaisemaan ja yleinen tarkkuus koko elinkaariarvioinnissa voi tällöin jäädä huonoksi.

Elinkaariarviointia tehtäessä tutkitaan siis yhtä rajattua systeemiä ja sen potentiaalisia, elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua se, että todellisuudessa useat järjestelmät ovat monitoimintaisia. Jos samasta prosessista syntyy useita tuotteita, siitä tulee samalla osa toista systeemiä, jolloin sen tuottamat ympäristövaikutukset eivät enää kokonaan johdu tutkimastamme systeemistä. (ILCD 2010a, 254.) Edellä kappaleessa 3.1.2 esitettiin monitoimintaisten prosessien yhdeksi ratkaisumalliksi allokointia. Allokointiinkin voi kuitenkin liittyä ongelmia. Finnveden ym. (2009, 5) esittävät kolme allokointiongelmää monitoimintaisiin prosesseihin liittyen. Allokointi on ongelmallista, jos samasta prosessista syntyy useita tuotteita tai sama prosessi vastaanottaa useita erilaisia jätteitä. Kolmas ongelmatilanne syntyy kierrätettäessä tuote esimerkiksi uusioenergiaksi. Näissä tilanteissa panosten ja tuotosten kohdentaminen oikeille toiminnoille on hankalaa.

Kuten Finnveden ym. (2009, 16) toteavat, elinkaariarviointiin voi liittyä useita metodologisia valintoja, jotka voivat vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin. Onkin tärkeää, että kaikki valinnat, liittyivät ne sitten epävarmuustekijöihin tai oletuksiin, joita elinkaariarvioinnissa tehdään, ovat perusteltuja ja ne myös dokumentoidaan alusta alkaen. Tällöin arvioinnin toistettavuus, validius tai luotettavuus ei kärsi. Alla olevaan kuvioon (Kuvio 4) olen koostanut tärkeimpiä elinkaariarvioinnin metodologian eri vaiheisiin liittyviä valintoja ja huomioita. Kuviosta voidaan havaita, kuinka suuri määrä valintoja, huomioitavia asioita ja työvaiheita elinkaariarvioinnin suhteellisen yksinkertaiseen perusviitekehukseen sisältyy (vrt. Kuvio 1).



Kuvio 4. Elinkaariarvioinnin metodologiaan liittyviä valintoja ja huomioita.

Yhteenvedona luvusta 3 voidaan todeta, että elinkaariarvioinnin tekeminen on monivaiheinen prosessi, joka vaatii muun muassa tutkittavan kokonaisuuden hyvää tuntemusta ja suunnitelmallista työskentelyä läpi arvioinnin. Edellä luvussa 3.1 esitetty elinkaariarvioinnin metodologia on ideaalimalli tutkimuksen suorittamisesta, eikä tarkoita sitä, että se todellisuudessa aina toteutuisi täydellisesti. Elinkaariarviointi on kuitenkin tärkeä työkalu ja siitä on tullut ydinelementti ratkaistaessa ympäristöpoliittisia kysymyksiä ympäri maailman. Elinkaariarviointia hyödynnetään myös muissa kuin pelkästään ympäristöllisissä tarkoituksissa kuten tuotekehityksessä, strategisessa suunnittelussa sekä markkinoinnissa. (Guinée ym. 2011, 90.) Elinkaariarvioinnin avulla voidaan myös viestiä tuotteiden ympäristöllisiä vaikutuksia kuluttajalle (Chapas ym. 2010, 62). Seuraavaksi luvussa 4 perehdyn yhteen näistä viestintäkeinoista eli pakkausmerkintöihin.

4 Vastuullisuusmerkinnät pakkauksissa

Tässä luvussa perehdyn erilaisiin pakkauksissa oleviin vastuullisuusmerkintöihin. Muutaman viime vuosikymmenen aikana useat toimijat ovat ottaneet käyttöön monia merkintätapoja ilmaistakseen tuotteiden ympäristöllisistä ja sosiaalisista ominaisuuksista kuluttajille. (Upham ym. 2011, 348.) Esittelen ensin kappaleessa 4.1 erilaisia ympäristöllisiä pakkausmerkintöjä ja perehdyn niiden luokitteluun, jotta nähdään mitä vaihtoehtoja yrityksillä on merkintöjen suhteen. Tämän jälkeen tutkin kappaleessa 4.2 kolmansien osapuolien tuottamia pakkausmerkintöjä, joiden käyttö on kasvanut viime vuosina kiihtyvää vauhtia (Raynolds ym. 2007). Pohdin asiaa muun muassa yritysten näkökulmasta ja tutkin mitä vaikutuksia tällaisella yksityisellä sääntelyllä on? Miten julkinen sääntely vaikuttaa tähän ja mikä on kuluttajien suhtautuminen kolmansien osapuolien tuottamiin merkintöihin? Hiilijalanjälkimerkinnän näkökulmasta asiaan on myös syytä perehtyä, sillä merkintätapoja pyritään yhtenäistämään ja kolmannen osapuolen tuottamat merkinnät ovat yksi realistinen vaihtoehto yhtenäistämiseen.

4.1 Ympäristölliset pakkausmerkinnät

Hartliebin ja Jonesin (2009, 583) mukaan pakkausmerkintä on markkinapohjainen työkalu, joka saa eettisiä luonteenpiirteitä tuotteen ominaisuuksista. Heidän mukaansa yritys saa kilpailuetua eettisten pakkausmerkintöjen myötä. Yritysten tarkoituksena on tehdä tuotantoketjuista läpinäkyviä. Läpinäkyvyyden taustalla on tavoite tuottaa kuluttajille luotettavaa tietoa, jotta he löytäisivät helpommin eettisimmät tuotteet ja samalla väärä mielikuva kaupankäynnin ja kuluttamisen aiheuttamista ympäristöllisistä sekä sosiaalisista seurauksista talttuisi. Hustvedt ja Bernard (2010, 619) sanovat, että eettisten ominaisuuksien merkitseminen tuotteisiin on yksi tapa yrityksille ilmaista heidän työstään kuluttajien eteen.

Hartliebin ja Jonesin (2009, 587-591) mukaan eettisiä tuotteita ovat ”*tuotteet, jotka on tuotettu ja kaupattu noudattamalla useita kriteerejä, joiden tarkoituksena on parantaa sosioekonomisia ja/tai ympäristöllisiä olosuhteita liittyen niiden tuottamiseen tai kauppaamiseen.*” Heidän mukaansa esimerkiksi hiilijalanjälkimerkityt tuotteet kuuluvat tähän kategoriaan. Eettisiin pakkausmerkintöihin liittyvät läheisesti myös erilaiset ympäristölliset pakkausmerkinnät. Ne ovat väittämiä, jotka liittyvät tuotteiden

ympäristöystävällisyyteen. Ympäristöllisten pakkausmerkintöjen tarkoituksena on ohjata kuluttajia kestävämpään kulutukseen. Ympäristömerkintöihin sisältyy useita erilaisia merkintöjä, jotka kaikki liittyvät jollakin tavalla ympäristön suojeluun ja jokainen näistä merkinnöistä edustaa tiettyä ympäristöön kohdistuvaa ongelmaa. (Ibanez & Grolleau 2008, 234-235; Koos, 2011, 128.)

Koosin (2011, 128) mukaan ympäristöllinen pakkausmerkintä on termi, jonka alle kuuluvat niin luomu-, energiatehokkuus- kuin kulutushyödykkeiden ekologiset pakkausmerkinnät. Termi on kuitenkin ymmärrettävissä monella tavalla ja Ibanez ja Grolleau (2008, 235) ehdottavat ympäristöystävälliselle pakkausmerkinnälle kolmea toisistaan eroavaa kriteeriä, joiden tulisi täytyä:

- Standardi, johon ympäristömerkintä perustuu, on määriteltävä.
- Ympäristöväittäjä, johon merkintä liittyy, on vahvistettava.
- Tapa, jolla se ilmaistaan kuluttajille, on määriteltävä.

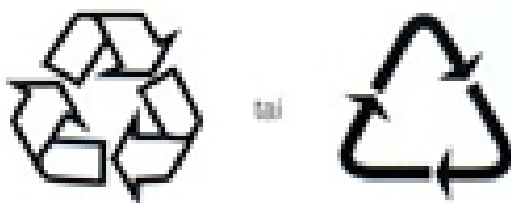
Kuten voidaan huomata, ympäristöllistä pakkausmerkintää ei ole yksinkertaista määritellä ja myös käytännön merkitsemistavat eroavat huomattavasti Euroopan sisällä (Koos, 2011, 128-129).

ISO 14240-sarja (2000) erittelee kolmentyyppisiä ympäristömerkintöjä, jotka eroavat toisistaan niiden kuluttajille tuottaman informaation ja myönnetyn sertifikaatin laajuuden perusteella. Tyypin I merkintä pohjautuu ISO 14024-standardiin. Se on kolmannen osapuolen tuottama ympäristömerkintä, jota yritykset voivat vapaaehtoisesti hakea. Merkinnän saaminen perustuu siihen, että tuotteen on täytettävä koko sen elinkaaren ajan useita ympäristöön liittyviä kriteereitä, jotta se voi saada tämän ympäristömerkinnän. Tällä merkinnällä voidaan esimerkiksi osoittaa tuoteryhmän sisällä ympäristöä vähiten kuormittava tuote. (Bonsi ym. 2008, 410, 426.) Pohjoismainen ympäristömerkki Joutsenmerkki (Kuvio 5) on esimerkki tyypin I pakkausmerkinnästä (Ympäristömerkki, 2011).



Kuvio 5. Pohjoismainen joutsenmerkki (tyypin I ympäristömerkki).

Tyypin II ympäristömerkintä perustuu ISO 14021-standardiin ja on yrityksen, maahantuojan tai kaupan itsensä julkaisema omaehtoinen väittämä, johon ei sisälly kolmannen osapuolen sertifiointia. ISO 14021-standardi määrittelee sekä vaatimukset merkinnän myöntämiselle että myös itse merkinnässä mahdollisesti käytettäville symboleille, jonka jälkeen yritys voi vaatimukset täytettyään julkaista merkinnän. Tyypin kaksi merkintä voi ilmentyä myös muussa muodossa kuin pelkkänä pakkausmerkintänä, se voi olla esimerkiksi tekstimuodossa tuotteen tiedoissa kuten ”tuote on tehty kierrätettävästä materiaalista” tai muuna teknisenä tiedonantona tuotteen pakkauksessa tai esimerkiksi internetissä. (Bonsi ym. 2008, 410-411.) Alla (Kuvio 6) on tyypin II ympäristömerkki. Siinä on kansainvälinen kierrätysmerkki, joka tunnetaan myös Mobius Loop-merkkinä. Merkki tarkoittaa, että pakkaus soveltuu kierrätykseen tai että se sisältää kierrätyskuitua. (Kuluttajavirasto, 2011.)



Kuvio 6. Kansainvälinen kierrätysmerkki (tyypin II ympäristömerkki).

Tyypin III ympäristömerkintä on ISO 14025-standardiin perustuva ympäristöseloste. Se tarjoaa määrällistä elinkaariarviointiin perustuvaa tietoa ympäristöstä kuten ilmaston saastumisesta, energian kulutuksesta tai veden käytöstä. Merkintä ei kuitenkaan välitä tietoa tuotteen paremmuudesta esimerkiksi tuoteryhmän sisällä, vaan kuluttajan on osattava verrata itse tuotteiden ominaisuuksia keskenään. Merkintää voi verrata ravitsemusmerkintään, joka antaa tietoa esimerkiksi tuotteen energia-, rasva- ja sokeripitoisuudesta, mutta ei luokittele tuotetta mitenkään. (Bonsi ym. 2008, 411, 426.) Alla olevassa kuviossa (Kuvio 7) on tyypin kolme mukainen EPD-merkki. EPD on

useissa maissa käytössä oleva ympäristöseloste, joka osoittaa tuotteen vaikutuksen eri ympäristöongelmiin kuten ilmastonmuutokseen, happamoitumiseen ja rehevöitymiseen. (Ympäristömerkki, 2011.)



Kuvio 7. EPD ympäristöselosteesta käytettävä merkki (tyypin III ympäristömerkki).

Hiilijalanjäljen kohdalla ollaan tällä hetkellä lähinnä tyypin II merkintää eli yrityksen julkaisemaa omaehtoista väittämää. Tämä on myös Hartwallin kannalta relevantein vaihtoehto, koska tyypin III merkintä on ympäristöseloste, joka ei luokittele tuotetta mitenkään kuten ”tämä tuote on ilmastoystävällinen”. Tyypin I merkintä on siinä mielessä mielenkiintoinen vaihtoehto hiilijalanjäljen kannalta, että siinä tuotteen on tuotteen täytettävä tarkat kriteerit ansaitakseen merkinnän. Samankaltaisia yhtenäisiä kriteerejä on ehdotettu myös hiilijalanjälkimerkinnälle.

4.2 Kolmansien osapuolien tuottamat pakkausmerkinnät ja yritykset

Pakkausmerkinnät ovat yksi elintarvikeyritysten monista mainontakeinoista. Niiden ensisijaiset edut näkyvät kasvavina tuottoina tai yrityksen aseman säilymisenä kasvavassa kilpailussa. (Golan ym. 2007, 12.) Yritykset etsivät tuotteista niitä ominaisuuksia, jotka vetoavat kuluttajaan ja merkitsevät ne vapaaehtoisesti pakkaukseen, jos tästä saatava hyöty on suurempi kuin siitä syntyvä kustannus. (Golan ym. 2001, 117.) Se, mitä yritykset merkitsevät pakkauksiinsa on monimutkainen päätös, sillä yksinkertaisellakin tuotteella on monia ominaisuuksia, jotka voidaan ilmaista. Esimerkiksi pulloitetulla vedellä näitä ominaisuuksia ovat veden alkuperä ja mineraalipitoisuus sekä pakkauksen muoto ja koko. (Golan ym. 2001, 127.)

Kuluttajat, yritykset ja kolmannen osapuolen edustajat kuten hallitukset ja erilaiset kansainväliset organisaatiot ovat kaikki osaltaan määrittelemässä sitä, mitä elintarvikkeiden monista ominaisuuksista merkitään pakkaukseen. (Golan yms., 2001, 117-118.) Kolmansilla osapuolilla tarkoitetaan tarkemmin ottaen organisaatioita, jotka ovat riippumattomia niin tuotteiden ostajista kuin myyjistäkin. Ne tuottavat arvioita

tuotteen laadullisista ominaisuuksista ja parantavat tällä tavoin pakkausmerkkintöjen uskottavuutta ja luotettavuutta. Tämä tapahtuu asettamalla tuotantoprosesseille tiettyjä standardeja, valvomalla niiden toteutumista, sertifioimalla näitä prosesseja sekä tuotteita ja tuottaen lopulta merkintöjä, jotta ympäristöä ja sosiaalisia olosuhteita kunnioittaen tehdyt tuotteet tunnistettaisiin. (Golan ym. 2007, 11-14; Raynolds ym. 2007, 147.)

Kolmansien osapuolien tuottamien kriteeripohjaisten pakkausmerkkintöjen kasvu on ollut viime vuosina nopeaa. Erityisen nopeaa kasvu on ollut elintarvikesektorilla, sillä huoli ympäristöllisistä ja sosiaalisista olosuhteista on liitetty muun muassa kuluttajien terveyteen päivittäisiä ruokavalintoja tehtäessä. Näin ollen yritykset ovat alkaneet käyttää kolmansien osapuolien tuottamia sertifikaatteja ja merkintöjä pitääkseen kuluttajat lojaaleina ja säilyttääkseen markkinaosuutensa. Myös Golan ym. (2007, 11-14) toteavat, että kova kilpailu on ajanut tuottajat vapaaehtoisesti merkitsemään tuotteidensa parhaita ominaisuuksia pakkauksiin ja sertifioimaan näitä merkintöjä kolmansilla osapuolilla. Kuluttajat pitävät näitä merkintöjä symboleina laadusta ja yrityksen eettisistä toimintatavoista. (Raynolds ym. 2007, 147.)

Raynoldsin ym. (2007, 147) mukaan tämä kehitys ylipäänsä on johtunut tuotannon globalisoitumisesta ja ympäristöllisten sekä sosiaalisten olosuhteiden kansainvälisen sääntelyn heikkenemisestä, mikä on johtanut niin sanottuun yksityiseen sääntelyyn. Yritykset luovat esimerkiksi omia ohjesääntöjään tuotantonsa suhteen ja sen jälkeen vahvistavat toimintonsa kolmansien osapuolien tuottamilla sertifikaateilla ja merkinnöillä. Positiivista tässä kehityksessä on se, että se parantaa markkinoiden tehokkuutta vähentämällä yritysten epätietoisuutta pakkausmerkinnöistä. (Golan ym. 2007, 14).

Yrityksen liittyminen osaksi kolmannen osapuolen pitämää ympäristöllistä tai eettistä järjestelmää on vapaaehtoista. Stefanovic (2008, 1) kuitenkin toteaa, että vapaaehtoisten merkintöjen lisääminen pakkauksiin on tullut yhä pakollisemmaksi, jotta tuote pääsee edes kaupan valikoimiin, joten liittymisellä on myös taloudellisia motiiveja. Mutta Hartlieb ja Jones (2009, 594-595) sanovat, että vaikka yritysten liittymiseen osaksi tiettyä kolmannen osapuolen ylläpitämää ympäristöllistä tai eettistä järjestelmää vaikuttavat eniten taloudelliset tekijät, niin taustalla on myös idealistisia ja eettisiä seikkoja, kuten organisaation imagon paraneminen ja paremmat yhteiskuntasuhteet.

Vaikka kolmansien osapuolien tarkoituksena on muun muassa parantaa pakkausmerkintöjen luotettavuutta erilaisin standardein, negatiivisiakin seikkoja aiheeseen liittyy. Ensinnäkin kolmansien osapuolien luomat standardit eivät aina ole realistisesti yritysten toteutettavissa ja toisekseen ei voida olla varmoja, että yritykset aina noudattavat saamiaan ympäristöllisiä ohjeita. Tästä syystä kolmannen osapuolen edustajat tekevät satunnaisia mittauksia yrityksissä seurattessaan standardien noudattamista. Myös sillä on vaikutusta, kuinka kallista yritykselle on liittyä osaksi ympäristöllistä järjestelmää. Jos hinta on liian kallis, yritykset saattavat tietoisesti jättää liittymättä ja pitää toimintansa ennallaan. (Mason 2011, 538-539.)

Yksi syy kolmansien osapuolien tuottamien pakkausmerkintöjen kasvuun on julkisen sääntelyn ongelmallisuus koskien ympäristöllisiä pakkausmerkintöjä. Julkista valtaa käyttävät organisaatiot tekevät osansa lisätäkseen pakkausmerkintöjen järkevyyttä ja luotettavuutta erilaisten asetusten, sertifikaattien ja lakien avulla. (Golan ym., 2001, 117-118.) Golan ym. (2001, 119) ovat sitä mieltä, että pakolliset pakkausmerkinnät sopivat parhaiten helpottamaan puutteellisen tiedon ongelmaa, mutta ne ovat harvoin tehokkaita esimerkiksi poistamaan pakkausten puutteellisia ympäristömerkintöjä. Masonin (2011, 538) mukaan puutteellisen tiedon ongelma on haaste yrityksille, joiden toiminta on ympäristöystävällistä ja näin ollen usein myös kalliimpaa. Ongelmallista on se, että yritykset eivät pysty kapitalisoimaan ympäristöllistä toimintaansa kuluttajien puutteellisesta tietämyksestä johtuen. Mason toteaa, että tyypillinen kuluttaja ei osaa esimerkiksi sanoa, minkä yrityksen tuotantoteknologia on ympäristöystävällistä ja minkä ei.

Ongelma ei siis ole yksin yritysten, vaan myös kuluttajien sekä julkisen vallan. Borinin ym. (2011, 77-81) mukaan kuluttajia haittaa se, että julkinen valta ei ole selkeästi informoinut ja säännellyt tuotteiden positiivisista ja negatiivisista ympäristövaikutuksista. Näin ollen kuluttajat eivät tällä hetkellä pysty tehokkaasti erottamaan ympäristöystävällistä tuotetta ympäristölle haitallisemmasta tuotteesta. Niinpä ollaan tilanteessa, jossa on monia erilaisia pakkausmerkintöjä samoille tuotteille, mutta tuotteiden keskinäinen vertailu on kuluttajille vaikeaa. Myös Stefanovic (2008, 44) esittää saman huolen kuluttajan vaikeudesta ekologiseen ostoskäyttäytymiseen ruokakaupassa johtuen suuresta määrästä erilaisia ympäristöön ja eettisyyteen liittyviä pakkausmerkintöjä. Nämä argumentit vahvistavat entisestään yhtenäistämisen tarvetta

ympäristöllisten pakkausmerkintöjen suhteen. Toisaalta Golan ym. (2007, 13) toteavat, että pakkausmerkintöjen vapaaehtoisuuskin voi jättää informaatioaukkoja kuluttajille. Näin voi tapahtua esimerkiksi silloin jos jokin kokonainen tuoteryhmä ei ole toivotunlainen, jolloin tuottajat eivät kilpaile keskenään tuodakseen tuotteiden ominaisuuksia esille eivätkä merkitse niitä pakkaukseen. Toinen ongelma voi heidän mukaansa syntyä silloin, kun tuottajat ilmaisevat pakkausmerkinnässä tiedon suhteellisesti liittämättä sitä osaksi suurempaa kokonaisuutta.

Yhteenvetona luvusta voidaan todeta, että tapoja ja mahdollisuuksia merkitä tuote on paljon. Yrityksille tämä on ongelmallista sääntelyn hajanaisuuden vuoksi, mikä johtaa merkintöjen suureen määrään ja kuluttajien epätietoisuuteen erilaisista ympäristöllisistä merkinnöistä. Seuraavaksi luvussa 5 perehdyn hiilijalanjälkeen ja muun muassa hiilijalanjälkimerkintöihin. Onkin mielenkiintoista nähdä, millaisia merkintöjä hiilijalanjäljestä käytetään ja ovatko merkitsemistavat yhtä hajanaiset kuin muiden ympäristömerkintöjen suhteen.

5 Hiilijalanjälki

Pohdin tässä luvussa niin hiilijalanjäljen laskemiseen kuin sen esittämiseenkin liittyviä asioita. Ensin tarkastelen hiilijalanjäljen laskentaan liittyviä kysymyksiä ja käyn lävitse laskennan päävaiheet kappaleessa 5.1. Sen jälkeen siirryn kappaleessa 5.2 käsittelemään hiilijalanjäljestä käytettäviä pakkausmerkintöjä sekä siihen liittyvää problematiikkaa, kuten erilaisten merkintätapojen välisiä eroavaisuuksia. Tämän lisäksi esittelen kappaleessa niin maailmalla kuin Suomessakin tällä hetkellä käytettäviä hiilijalanjälki-merkintöjä. Kappaleessa 5.3 perehdyn kuluttajien suhtautumiseen ja ymmärtämykseen hiilijalanjäljestä. Luvun lopuksi kappaleessa 5.4 esittelen vielä Raisio Oy:n Elovena-juoman sekä 1,5 litran pullotetun mineraaliveden hiilijalanjälkien laskemisprosessit.

5.1 Hiilijalanjäljen laskeminen

Hiilijalanjäljen laskennassa on kyse tuotteen koko elinkaaren aikaisten KHK-päästöjen laskemisesta ja esittämisestä johdonmukaisella tavalla (Weidema ym. 2008, 4). Tuotteen hiilijalanjäljen laskemisella on tarkoitus pyrkiä muuttamaan kuluttajien valintoja sekä yrityspolitiikkaa kohti vähäpäästöisempää tavaroiden tuottamista ja kuluttamista saamalla sekä yritykset että kuluttajat sisäistämään KHK-päästöjen ympäristövaikutukset (Micallef-Borg 2010, 178). Hiilijalanjälkeä varten on kehitetty useita laskentamalleja alkaen yksinkertaisista internetlaskureista ja päättyen kehittyneimpiin elinkaariarviointimethodeihin tai panos-tuotoslaskentamalleihin (Wiedman & Minx 2008, 1), mutta hiilijalanjäljen laskemiseksi ei ole ainakaan vielä olemassa yhtenäistä mallia tai periaatteita, joita voisi soveltaa kaikkialla.

Tähän on kuitenkin tulossa muutos, sillä ISO (2011) on parhaillaan valmistelemassa ISO 14067-standardia hiilijalanjäljen laskentatapojen yhtenäistämiseksi. Myös muita standardeja kehitetään jatkuvasti kuten PAS-2050 menetelmää Iso-Britanniassa ja TS-Q0010-mallia Japanissa (Micallef-Borg 2010, 178). Plassmann ym. (2010, 394) toteavatkin, että ainakin 13 erilaista laskentametodologiaa oli kehitteillä vuonna 2009. Mutta he toteavat myös, että vaikka metodologioita on erilaisia, niin hiilijalanjäljen laskenta perustuu loppujen lopuksi elinkaariajatteluun ja elinkaariarviointiin. Schmidtin

(2009, 6) mukaan tilanne on tällä hetkellä se, että jos halutaan laskea jonkin tuotteen hiilijalanjälki, menetelmän täytyy olla täysin yhteensopiva elinkaariarvioinnin ISO-standardien kanssa. Edwards-Jones ym. (2009b, 708) kuitenkin toteavat, että tulevaisuudessa hiilijalanjäljen laskentametodologioiden kehittyessä elinkaariarvioinnin ja hiilijalanjäljen välisissä standardoinneissa voi olla suuriakin eroavaisuuksia. He huomauttavat myös, että vaikka elinkaariarvioinnissa ja hiilijalanjäljen laskemisessa on useita samankaltaisuuksia, ne eivät kuitenkaan ole sama asia.

Micallef-Borg (2010) esittää hiilijalanjäljen laskentastandardeja vertailevassa artikkelissaan tuotteen hiilijalanjäljen laskennan päävaiheet. Ensimmäisenä vaiheena on prosessikaavion hahmottaminen. Siinä määritetään ympäristöllinen soveltamisalue, joka on siis ilmastonmuutos, sekä toiminnallinen yksikkö, jonka tulee olla yhteensopiva tutkimuksen tavoitteiden kanssa. Tämän lisäksi tutkimuksen lähestymistavaksi otetaan elinkaariarviointi.

Toisessa vaiheessa määritetään tutkittavan systeemin rajat. Tässä kohtaa päätetään, kuinka pitkälle tuotteen elinkaarta tutkimus halutaan ulottaa. Rajataanko tutkimus loppumaan esimerkiksi tuotteen valmistukseen. Tuotteen loppukäytöstä riippuen tällä on merkitystä, sillä kierrätettävyys voidaan hyvittää laskelmissa. Myös tuotantohyödykkeiden päästöt ja niiden kohdistamisen laajuus tulee ratkaista tässä vaiheessa. (Micallef-Borg 2010, 181-183.)

Kolmas vaihe on tiedon kerääminen. Päästötietoja kerätään niistä prosesseista ja materiaaleista, jotka on systeemin rajauksessa määritetty tutkimuksen kohteiksi. Tässä vaiheessa ratkaistaan ensi- ja toissijaisen tiedon kerääminen. Ensisijainen tieto liittyy suoraan tuotteen tuottamisprosesseihin ja toissijainen tieto liittyy esimerkiksi tuotteen kierrättämiseen, loppukäyttöön tai alkuvaiheen monitoimintaisiin prosesseihin. Viimeinen vaihe on päästötietojen laadun varmistaminen, jotta päästään mahdollisimman tarkkaan lopputulokseen. Korkea tiedon laatu myös vahvistaa loppuväittämien oikeellisuutta. (Micallef-Borg 2010, 184.)

Neljäntenä vaiheena on hiilijalanjäljen laskeminen. Laskentaan liittyen mielenkiintoinen asia ovat viivästyvät päästöt, joita jo edellä sivuttiin biogeenisen hiilidioksidin osalta. Viivästyvillä päästöillä tarkoitetaan päästöjä, jotka aiheutuvat huomattavasti myöhemmin kuin itse tuotteen tuottaminen ja ovat esimerkiksi tuotteen loppukäytöstä tai hävittämisestä aiheutuvia. ISO 14067-standardi pitää näiden päästöjen huomioimisen

suhteen aikarajana kymmentä vuotta (2011). Myös uusioenergian laskennassa on oltava tarkkana, jotta samaa energian käyttöä ei lasketa kahteen kertaan. Laskentavaiheessa ongelmaksi voi muodostua päästöjen kohdistaminen oikein, jolloin yhtenä ratkaisuna voi toimia päästöjen allokointi. Prosessien päästömäärät voivat vaihdella myös vuoden- tai vuorokaudenajasta riippuen, jolloin yksi vaihtoehto laskennassa on turvautua päästöjen keskiarvotietoihin. Yksi huomioitava laskentaan liittyvä tekijä on KHK-päästöjen hyvitys. Esimerkiksi kehitteillä oleva ISO 14067-standardi kuten PAS 2050-menetelmäkään eivät salli minkäänlaista KHK-päästöjen hyvitystä. Päästöjä voidaan hyvittää esimerkiksi istuttamalla uutta metsää. (Micallef-Borg 2010, 185-186.)

Weidema ym. (2008, 3) toteavat artikkelissaan, että hiilijalanjälkilaskennalla on laajempi vetovoima verrattuna esimerkiksi perinteiseen elinkaariarviointiin. Yhtenä syynä tähän heidän mukaansa ovat hiilijalanjäljen laskemiseksi kehitetyt internetlaskurit. Ne ovat helppokäyttöisiä ja ennen kaikkea ne havainnollistavat käyttäjälleen hiilijalanjäljen ymmärrettävään kontekstiin. Tällaisten yksinkertaisten laskureiden vahvuutena on myös se, että ne keskittyvät ilmastonmuutoksen ja hiilijalanjäljen kannalta oleelliseen eli KHK-päästöihin. Myös se, että tässä lähestymistavassa hiilijalanjäljestä ei ole tehty liian tieteellistä ja sitä on mainostettu tieteellisten piirien ulkopuolella, on osaltaan kasvattanut internet-laskureiden suosiota. Esimerkiksi yrityksiä ajatellen tällaiset laskurit toimivat hyvinä herättäjinä kuluttajia varten, kun tuotteiden tai palveluiden hiilijalanjäljen pääsee helposti laskemaan.

Ylipäättään hiilijalanjäljen laskentaan vaikuttavat useat asiat kuten erilaiset metodologiset valinnat, rajoitettu tiedon saatavuus tai epävarmuus tutkittavien muuttujien ympärillä. Näiden tekijöiden yhdistelmät aiheuttavat myös sen, että hiilijalanjälkien vertaaminen eri tuotteiden tai maiden välillä ei ole aina luotettavaa. (Plassmann ym. 2010, 393.) Tästä huolimatta kehitystä on tapahtumassa ja standardointityön jatkuessa tämäkin saattaa olla mahdollista. Hiilijalanjäljen laskentavaiheista voi huomata, että ne ovat hyvin samankaltaiset elinkaariarvioinnin päävaiheiden kanssa. Mutta kuten Weidema ym. (2008) totesivat, hiilijalanjäljessä on laskennan lisäksi kyse myös tulosten esittämisestä johdonmukaisella tavalla. Perehdyinkin seuraavaksi luvussa 5.2 yhteen tulosten ilmaisemistapaan eli hiilijalanjäljestä käytettäviin pakkausmerkintöihin.

5.2 Hiilijalanjäljestä käytettäviä pakkausmerkintöjä

Uphamin ym. (2011, 348) mukaan ”hiilijalanjälkimerkinnällä (*carbon label*) yksinkertaisimmassa muodossaan tarkoitetaan käytäntöä, jolla voidaan julkisesti kommunikoida tuotteen tai palvelun elinkaaren aikaisista KHK-päästöistä pakkausmerkinnän avulla.” Toinen asia, joka merkinnällä voidaan heidän mukaansa ilmaista, on toteamus päästöjen vähentämisestä. Tällä tavoin yritys voi osoittaa ennakoivaa ja sitoutunutta toimintaa ympäristön hyväksi. Brenton ym. (2009, 244) toteavat, että hiilijalanjälkimerkinnän tulee perustua hyvin kehittyneelle ja riippumattomalle tieteelliselle pohjalle. Toisaalta he toteavat myös, että tieteellistä työtä aiheen parissa on toistaiseksi tehty hyvin vähän, mutta se on kuitenkin kasvamassa.

Hiilijalanjäljellä ei ole ainakaan toistaiseksi yhtenäistä kansainvälisesti hyväksyttyä merkitsemistapaa (Upham ym. 2011, 354). Tilanne on kuitenkin muuttumassa, sillä ISO on kehittämässä ISO 14067-standardia (2011) hiilijalanjäljestä viestimisen yhtenäistämiseksi. Toistaiseksi hiilijalanjäljestä käytetään useita erilaisia pakkausmerkintöjä. Kasterine (2010, 30) toteaa, että merkitsemistavat vaihtelevat niiden tuottaman informaation mukaan. Hiilijalanjälki voidaan ilmaista suorana lukuarvona kuten ”tuote sisältää 75 g CO₂” tai vertailuarvona kahden tuotteen välillä kuten ”tuote sisältää 16 prosenttia vähemmän CO₂”. Mahdollista on myös esimerkiksi ilmaista tuotteen hiilijalanjälki per 100g tuotetta kuten suomalaiset yritykset Oy Fazer Ab (2011) ja Raisio Oy (2011) tekevät. Myös muita käytännön ratkaisuja hiilijalanjäljen ilmaisemiseksi on olemassa. Esimerkiksi ranskalainen E.Leclerc-kauppaketju osoittaa tuotteen hintalapussa sen hiilijalanjäljen kiloa kohti ja tämän lisäksi ostoskuitissa ilmoitetaan ostoskorin yhteenlasketut KHK-päästöt (ks. Kuvio 8).

Weideman ym. (2008, 5) mukaan useimmissa tapauksissa mittayksikkönä tuloksia ilmaistaessa käytetään CO₂-ekvivalenttia tuotetta kohden. Heidän mukaansa pelkkä tuotetta kohden ilmaistava tulos ei ole kuitenkaan riittävä, jos tuotteilla on eri hinnat. Tämä perustellaan sillä, että CO₂-ekvivalenttien tuottaman tiedon aiheuttama kulutuksen muutos liittyen säästettyyn tai ylimääräiseen kulutettuun rahaan on piilotettu. Ratkaisuna tähän he esittävät tulosten ilmaisemista sekä CO₂-ekvivalentteina tuotetta kohden että myös normalisoituna referenssituotteeseen tuoteryhmän sisällä. Myös Uphamin ym. (2011, 353) mukaan hiilijalanjälkimerkintään tulisi sisällyttää jokin referenssinä toimiva viitekehys tai normalisointikeino. Mutta he toteavat, että pelkkä tuotteiden tuoteryhmän

sisäinen vertailu ei ole riittävää. Yhtenä ratkaisuna tähän ongelmaan he nostavat esille ravitsemuksessa kansainvälisesti käytetyn viitteellisen päiväsaannin (GDA)-mallin soveltamisen myös KHK-päästöihin. Tällöin hiilijalanjäljen pakkausmerkintä voitaisiin ilmaista prosentuaalisena lukuna. Toki tämä vaatisi paljon lisätutkimusta sekä yhteisymmärrystä siitä, mikä olisi sopiva hiilijalanjälkikulutus per ihminen per sovittu määrä aikaa.

Hiilijalanjäljen ilmaiseminen numeerisesti hieman hämmentää kuluttajia, mutta merkinnän visuaalisuuteen liittyen Upham ym. (2011, 353) toteavat, että jalanjälkisympoli itsessään herättää myötämielisyyttä. Se tulkittiin merkinä tuotteen vähäpäästöisyydestä. Tämän lisäksi se oletettiin symboliksi yrityksen työstä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi.

Hiilijalanjäljen voi kuitenkin ilmaista muullakin tavalla kuin numeerisesti ja vaihtoehtona suorille gramma- tai prosenttimerkinöille ovat esimerkiksi kriteeripohjaiset merkinnät. Tuotteen täytyy esimerkiksi täyttää jotkin tietyt vaatimukset tai yrityksen on sitouduttava täyttämään ne tulevaisuudessa ansaitakseen merkinnän. Tuotteen tulee olla tuotettu esimerkiksi ”hyvää ympäristöllistä tapaa” kunnioittaen, jolloin se saa sertifioitua merkinnän. (Brenton ym. 2009, 246.) Plassmann ym. (2010, 394) toteavatkin, että osa organisaatioista käyttää kertoessaan tuotteen pienemmistä KHK-päästöistä pelkästään ilmasto ystävällinen -merkintää, jossa ei ole lainkaan lukuarvoja. Alla olevassa kuviossa (Kuvio 8) on erilaisia kansainvälisesti käytettäviä hiilijalanjälkimerkintöjä.



Kuvio 8. Kansainvälisesti käytettäviä hiilijalanjälkimerkintöjä.

Kuviossa vasemmalla ylhäällä oleva, musta jalanjälkimerkintä on englantilaisen voittoa tavoittelemattoman Carbon Trust-organisaation (2010) merkintä, joka on varsin yleinen Iso-Britanniassa. Jalanjälkimerkinnän vieressä on ranskalainen Carbone Casino (Le Point sur la table, 2011) merkintä, jossa hiilijalanjälki on ilmaistu gramman tarkkuudella. Kaksi alimmaista merkintää ovat niin sanottuja kriteeripohjaisia, riippumattomien järjestöjen luomia (Carbon Fund, 2011 & Climatop, 2011) merkintöjä, joissa ei ole numeerisia arvoja lainkaan, vaan tuotteen tai palvelun on täytettävä tietyt ympäristöön liittyvät kriteerit ansaitakseen ne. Kuvassa oikealla on vielä ranskalaisen E.Leclerc-kauppaketjun ostoskuitti, jossa on punaisella rengastettuna ostosten yhteenlasketut KHK-päästöt (E.Leclerc, 2011).

Suomessa on tällä hetkellä kolme yritystä, Raisio, Fazer ja Soya, joilla on hiilijalanjälkimerkintä tuotteissaan. Raisio ilmaisee tuotteidensa hiilijalanjäljen kuluttajille mittarilla (Kuvio 9), joka kertoo värikoodilla tuotteiden hiilijalanjäljen suuruuden. Mittarin vihreät värit kertovat tuotteen vähäpäästöisyydestä ja kelta-oranssit värit puolestaan suuremmasta hiilijalanjäljestä. Merkki kertoo väreillä tuotteen hiilijalanjäljen sataa grammaa kohden pelloilta kaupan varastoon. Yrityksen kehittämän

CO₂-mittarin lukuarvo pohjautuu Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen tutkimuksiin. (Raisio, 2011d.)

Fazer otti vuonna 2011 käyttöön oman hiilijalanjälkimerkintänsä, hiilikukan (Kuva 5). Kukan korostettu terälehti osoittaa kyseessä olevan tuotteen hiilijalanjäljen tuotteen tuotantoketjussa aina pellolta kaupan hyllylle. Tuotteen ilmastovaikutus on sitä pienempi, mitä pienempi merkin osoittama luku on. (Fazer, 2011.) Myös Soya (2011a) otti vuonna 2011 käyttöön oman hiilijalanjälkimerkinnän, kun se oli vuonna 2010 teettänyt hiilijalanjälkilaskennan kaikille tuotteilleen.

Nämä kaikki kolme suomalaista yritystä ilmaisevat hiilijalanjälkensä ilmoittamalla sen CO₂-ekvivalentteina tuotetta kohden. Raisio ja Fazer ilmaisevat tuotteidensa hiilijalanjäljen suuruusluokan 200 CO₂-ekvivalentin tarkkuudella 100 grammaa tuotetta kohden. Tarkimmin näistä kolmesta hiilijalanjäljen ilmaisee Soya, jonka merkinnässä on suora CO₂-ekvivalentti arvo per 100 grammaa tuotetta. Alla on kuvio (Kuvio 9) yritysten hiilijalanjälkimerkinnöistä.



Kuvio 9. Raision, Fazerin ja Soyan hiilijalanjälkimerkinnät (Raisio, 2011d; Fazer, 2011 & Soya, 2011b).

Yhteenvedona kappaleesta 5.2 voidaan Brentonin ym. (2009, 261-262) sanoin todeta, että hiilijalanjälkimerkinnällä on juuri nyt loistava hetki murtautua kuluttajien, tuottajien ja poliittisten tahojen tietoisuuteen. Kuitenkin se, mihin merkinnän kehitys tarkalleen ottaen johtaa, on vielä epävarmaa. He toteavat myös, että hiilijalanjälkimerkinnän kehittyminen ja sen käytön laajeneminen vaatii kuitenkin ensin kustannustehokkaita, yleisesti omaksuttuja laskentamenetelmiä, jotta myös pienemmillä yrityksillä sekä alhaisemman tulotason mailla on mahdollisuus merkintään. Tämän lisäksi tieteellisen pohjan rakentaminen ja dialogin käyminen yhteisistä standardeista on ensiarvoisen tärkeää hiilijalanjälkimerkinnän tulevaisuuden kannalta.

5.3 Hiilijalanjälki ja kuluttajat

Hiilijalanjälki on uusi konsepti useimmille kuluttajille. Hiilijalanjälkimerkinnän tarkoituksena on informoida kuluttajia KHK-päästöjen kokonaismäärästä, jotka aiheutuvat tuotteen tuottamisesta sekä samalla auttaa ymmärtämään, että heidän tekemillään ostopäätösvalinnoilla on vaikutusta päästöjen määrään ja näin ollen myös ilmastoon lämpenemiseen. (Edwards-Jones ym. 2009a, 479; Kimura ym. 2010, 271.) Hiilijalanjäljestä tehtävällä pakkausmerkinnällä voidaan näin ollen tuottaa lisäarvoa sekä -informaatiota kuluttajalle (Edwards-Jones ym. 2008, 266).

Kimura ym. (2010, 271-272) kuitenkin toteavat, että hiilijalanjäljen informaation vaikuttavuus kuluttajiin sekä kuluttajien käyttäytyminen hiilijalanjälkimerkinnän suhteen ovat yhä epäselviä. Heidän mukaansa esimerkiksi tuotteen hiilijalanjäljen pelkän lukuarvon ilmaiseminen ei ole välttämättä riittävän tehokas tapa informoida kuluttajia tuotteen ympäristöllisistä vaikutuksista, vaan ne tulisi ilmaista mahdollisimman yksityiskohtaisesti, jotta kuluttajat ymmärtäisivät ja hyväksyisivät tuotteen hiilijalanjäljen. On tärkeää, kuinka hiilijalanjäljen tulokset esitetään kuluttajille, sillä hiilijalanjälki, kuten muutkin ympäristölliset merkinnät, ovat kovassa kilpailussa kuluttajien huomiosta. (Upham ym. 2011, 584; Weidema ym. 2008, 5.)

Ongelmana hiilijalanjäljen merkitsemisessä Kimura ym. (2011, 272) pitävät informaation ylikuormaa, sillä elintarvikepakkaukset sisältävät jo ennestään hyvin paljon tietoa, jolloin kuluttajien voi olla haastavaa prosessoida näin suurta määrää informaatiota. Myös Kasterine (2010, 30) ilmaisee huolen kuluttajien ymmärryksestä hiilijalanjälkimerkintää kohtaan. Hänen mukaansa tutkimukset osoittavat, että kuluttajat kyllä haluavat ilmastomuutokseen liittyvää tietoa, mutta eivät välttämättä ymmärrä sitä. Upham ym. (2011, 353) sen sijaan toteavat, että kuluttajat kyllä osaavat verrata hiilijalanjälkien lukuarvoja keskenään, mutta eivät ymmärrä hiilijalanjälkeä osana suurempaa kontekstia.

Schmidt (2009, 8-9) ottaa kantaa hiilijalanjälkeen ja hiilijalanjälkimerkintöihin liittyvään suhteellisuuskeskusteluun. Kuinka kuluttajat osaavat suhteuttaa esimerkiksi elintarvikkeen, jonka hiilijalanjälki on 75 g CO₂-ekv. osaksi suurempaa kokonaisuutta. Schmidt (2009) toteaaakin hiilijalanjäljen tarvitsevan näkyvyyttä ja kaikki hiilijalanjälkimerkityt tuotteet tai tuotealueet ja niihin liittyvät toiminnot tulisi tuoda

esille. Näin kuluttajat tulisivat tietoisiksi eri asioiden välisistä yhteyksistä ja voisivat arvioida hiilijalanjälkeen liittyvää tietoa ja toimia sen mukaisesti.

Kuluttajien reagointia hiilijalanjälkeen on vaikea ennustaa. Esimerkiksi kuluttajien maksuhalukkuus hiilijalanjälkimerkityistä tuotteista on yhä epävarmaa. Vaikka todisteita onkin siitä, että esimerkiksi luomutuotteista ollaan valmiita maksamaan lisähintaa, mikään ei takaa saman analogian toteutumista hiilijalanjäljen kohdalla. Toisaalta kattavaa analyysiä kuluttajien käyttäytymisestä ei ole vielä tehty, joten liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei voida tehdä. Mahdollista on sekin, että kuluttajat siirtyvät suosimaan alhaisen hiilijalanjäljen tuotteita, jolloin niitä myyvät yritykset voivat saada kaupallista hyötyä. Tämä trendi voi myös muuttaa melko vakiintuneita toimitusketjuja läpinäkyvämmiksi, mikä myös vaikuttaa yritysten toimintaan. (Edwards-Jones ym. 2008, 708; Edwards-Jones ym. 2009a, 479-488.)

Edwards-Jones ym. (2009a, 483) esittävät neljä erilaista tapaa, kuinka kuluttajat mahdollisesti reagoivat hiilijalanjälkimerkittyihin tuotteisiin olettaen, että niiden suosio tulee kasvamaan:

- Kuluttajat etsivät suoraan korvaavia tuotteita, joissa on pienempi hiilijalanjälkimerkintä.
- He etsivät korvaavan tuotteen vähemmän suorasti, esimerkiksi vaihtamalla tuontiviinin paikalliseen siideriin.
- He eivät osta tuotteita, joilla on korkea hiilijalanjälki.
- He jättävät hiilijalanjälkimerkinnän huomioimatta ja perustavat ostopäätöksensä tuotteiden muihin ominaisuuksiin.

Kuluttajien valintoihin vaikuttavat tekijät ovat niin suuri kokonaisuus, että hiilijalanjälkimerkinnän suoranaista vaikutusta kuluttajakäyttäytymiseen on haastavaa arvioida. Yhdestä asiasta Edwards-Jones ym. (2009a, 486-488) ovat kuitenkin varmoja. Hiilijalanjälkimerkinnän vaikutus kuluttajiin tulee riippumaan täysin siitä, kuinka täsmällisesti sen tarkoitus on määritetty. Jos merkinnän tarkoituksena on informoida kuluttajia tuotteen KHK-päästöjen kokonaisuudesta, sen vaikutus riippuu kuluttajan mahdollisuudesta valita jokin tuote toisen sijaan. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että kuluttajalla on aito mahdollisuus tehdä valinta kahden tuotteen välillä. Heillä on esimerkiksi oltava mahdollisuus valita hanavesi kivennäisveden sijaan.

Ylipäättään hiilijalanjälkeen ja ilmaston lämpenemiseen liittyen on epäuskottava strategia jättää muutoksen aikaansaaminen ainoastaan kuluttajien valintojen ja ymmärryksen varaan. Tämä johtuu ensinnäkin siitä, että päästöihin liittyvää informaatiota on hankalaa tarkoituksenmukaisesti normalisoida. Toisekseen ympäristölliset päämäärät ovat vain pienellä osalla kuluttajista korkealle priorisoituna ostopäätöstä tehtäessä, sillä valintoihin voi samanaikaisesti vaikuttaa tuotteen muutkin ominaisuudet kuten tuoreus tai maku. (Upham ym. 2011, 354.) Weidema ym. (2008, 6) toteavat, että hiilijalanjäljellä on kuitenkin ylipäättään potentiaalia olla hyvä aloituspiste kasvattamaan kuluttajien tietoisuutta ja herättämään keskustelua tuotteiden ympäristöllisistä vaikutuksista.

5.4 Kahden juoman hiilijalanjäljen laskentaprosessi

Tarkastelen seuraavaksi kahden esimerkkituotteen avulla hiilijalanjäljen laskentaprosessia. Nämä tuotteet ovat Raisio Oy:n Elovena-juoma sekä 1,5 litran pulloitettu mineraalivesi. Esittelen molempien tuotteiden hiilijalanjälkien laskentatavat sekä siihen liittyvän prosessin.

5.4.1 Elovena juoma

Raisio oli ensimmäinen suomalainen yritys, joka lisäsi tuotteisiinsa hiilijalanjäljestä kertovan merkinnän. Raision hiilijalanjäljen laskenta perustuu perinteiseen elinkaariarvointiin. Yritys on käyttänyt samaa ISO-standardiin perustuvaa mallia, jonka Guinée ym. (2011) esittävät omassa elinkaariarvointia koskevassa tutkimuksessaan yleisenä elinkaariarvioinnin metodologisena viitekehyksenä (ks. Kuvio 3). (Raisio, 2011a; c.)

Raision hiilijalanjäljen tarkastelun laajuus ulottuu pellolta kaupan varastoon. Yritys jakaa Elovena-juoman hiilijalanjäljen valmistusprosessin neljään vaiheeseen, joita ovat alkutuotanto, kuljetus, valmistus ja pakkaus. Seuraavassa on näiden eri vaiheiden prosentuaaliset luvut hiilidioksidikuormituksesta:

- Alkutuotantovaihe (lannoitus, konetyö, viljan käsittely) 37 %
- Kuljetus ensin tehtaalles ja sieltä valmis tuote kaupan varastoon 4 %
- Juoman valmistus sekä pakkaaminen 50 %
- Itse pakkaus 9 %

Yritys on määrittänyt tuotteidensa hiilijalanjäljen tulosten käyttötarkoitukseksi tuotteiden hiilijalanjälkimerkinnän sekä toiminnan jatkuvan parantamisen. Yritys on kerännyt hiilijalanjäljen määrittämisessä käytettävät tiedot käyttäen inventaarioanalyysiä. Raisio on kerännyt kaikki laskennassa tarvittavat prosessi- ja päästötiedot joko yrityksen tietokannasta tai haastattelujen ja kyselyiden avulla, mutta se on käyttänyt myös kansainvälisiä tietokantoja ja kirjallisuutta. Inventaarioanalyysin lopuksi yritys suhteuttaa kaikki käytetyt resurssit ja syntyneet päästöt vertailuyksikköä kohden. Tämän jälkeen yritys laskee aiheuttamiensa kasvihuonekaasujen ilmastovaikutuksen käyttäen IPCC:n karakterisointimallia ja karakterisointikertoimia. Raisio ilmaisee tuotteidensa hiilijalanjäljen grammoina CO₂-ekvivalenttia 100 g tuotetta kohti. Elovena juoman kohdalla lopputulos on 130g CO₂-ekvivalenttia 100g tuotetta kohden. (Raisio, 2011a; b; c)

5.4.2 Italialainen hanavesi vs. pulloitettu mineraalivesi

Tarkastelen seuraavaksi tutkimusta, jossa oli laskettu ja verrattu hanaveden hiilijalanjälkeä pulloitetun hiilihapottoman mineraaliveden hiilijalanjälkeen. Keskityn tarkastelussa pulloitetun veden laskentaprosessiin, koska se on relevantimpi oman tutkimukseni kannalta. Huomioin toki tärkeimmät hanaveden laskemiseen liittyvät seikat.

Botto ym. (2011) tekivät tutkimuksen, jossa he määrittivät ja vertasivat kahden erilaisen juomaveden, italialaisen hanaveden ja 1,5 litran PET(polyeteenitereftalaatti)-pulloissa olevan mineraaliveden hiilijalanjälkeä. Tutkimuksen kohteina olivat Sienan kaupungin hanavesijärjestelmä ja kuusi italialaista mineraaliveden tuottajaa. Yritykset oli valittu niin, että ne muodostivat edustavan otoksen koko Italian vesimarkkinoista. Yritykset erosivat toisistaan muun muassa pullotusvolyyymien ja pullotuskäytäntöjen, jakelukanavien sekä pakkauskokojen osalta.

Hiilijalanjälkitutkimukseen sisällytettiin mukaan tuotantoketju materiaalien valmistuksesta alkaen ja jatkuen energian kulutukseen sekä tuotteiden eri kuljetuksiin saakka. KHK-päästöt laskettiin ISO 14040-sarjan standardeja noudattamalla ja ne muunnettiin CO₂-ekvivalenteiksi GWP-kertoimen avulla. Systeemin rajaukset tehtiin kehdosta portille, mutta koska hanavesi päätyy suoraan kuluttajalle, niin pulloitetun veden osalta systeemiä laajennettiin koskemaan myös kuljetuksia tehtaalta kuluttajalle asti, jotta

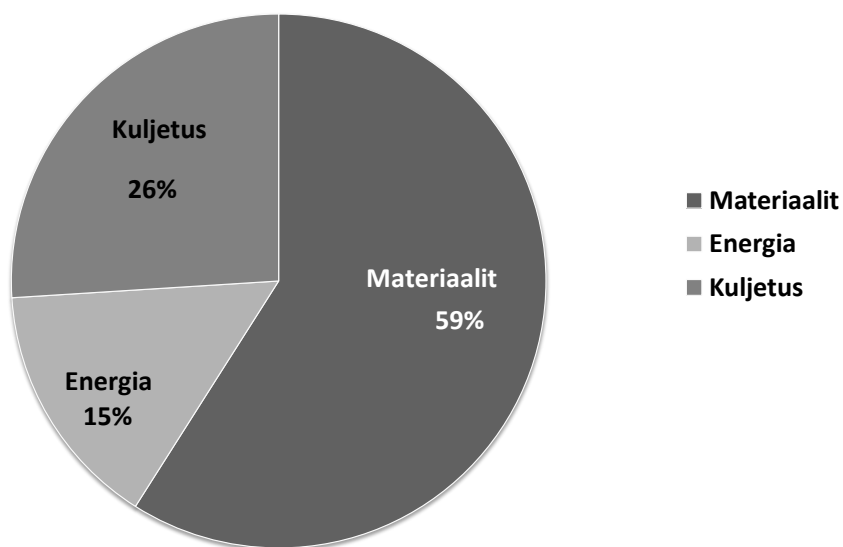
systemien vertailu olisi helpompaa. Molemmista järjestelmistä rajattiin ulos sekä loppukäytöstä syntyvät jätteet että energian kulutus koskien niin rakennuksia kuin koneitakin. Pullotetun veden osalta toiminnallinen yksikkö oli 1,5 litraa pullotettua mineraalivettä. (Botto, ym. 2011.)

KHK-päästöihin liittyvät tiedot kerättiin alan kirjallisuudesta sekä erilaisista elinkaariarviointiin liittyvistä tietokannoista. Tiedot käsiteltiin elinkaariarvioinnin näkökulmasta ja suoritettiin yksityiskohtainen inventaarioanalyysi. Molempien vesien osalta hiilijalanjälki koostui kolmen komponentin summasta. Nämä komponentit olivat materiaalit, energia ja kuljetukset. (Botto ym. 2011.)

Pullotetun veden osalta nämä komponentit sisälsivät Botton ym. mukaan seuraavat asiat:

- Materiaaleihin laskettiin mukaan muun muassa pakkaamiseen käytettävien materiaalien valmistus raaka-aineista alkaen. Materiaaleihin laskettiin erilaiset muovit, aaltopahvi, puu, konehuoltoöljy ja veden käsittelyssä käytetyt lisäaineet.
- Energian tuottamisen ja palamisen hiilijalanjälkeen laskettiin mukaan tehtaan tarvitsemat sähkö, kaasu ja paloöljy.
- Kuljetuksista syntyvään hiilijalanjälkeen laskettiin mukaan eri polttoaineiden kuten dieselin ja bensiinin palaminen.

Näiden kolmen eri komponentin osalta hiilijalanjäljen prosentuaaliset osuudet voidaan nähdä alla olevasta kuvioista (Kuvio 10). Suurimman, 59 prosentin osuuden pullotetun mineraaliveden hiilijalanjäljestä muodostavat materiaalit. Keskimääräiseksi hiilijalanjäljeksi pullotetulle mineraalivedelle toiminnallista yksikköä (1,5 litraa) kohden tuli 0,337 g CO₂-ekv.



Kuvio 10. Pullotetun mineraaliveden hiilijalanjäljen muodostuminen (Botto ym. 2011).

Botton ym. tutkimus osoittaa, että materiaalit aiheuttavat suurimmat ympäristöhaitat pullotetun veden osalta. Samaan lopputulokseen päätyi myös Pasqualino (2011, 357) omassa tutkimuksessaan. Pasqualino toteaa myös, että nykyään myydään yhä enemmän ja enemmän tuotteita valmiiksi pakattuina. Tämä johtaakin siihen, että kuluttajilla on vähemmän mahdollisuuksia kuluttaa tuotteita aiheuttamatta jätettä.

Yhteisenä huomiona koko luvusta voidaan todeta että yritykset sekä kuluttajat ovat haastavassa tilanteessa niin hiilijalanjäljen kuin hiilijalanjälkimerkintöjen suhteen. Koska hiilijalanjäljelle ei ole määritetty yhtenäisiä laskemis- tai merkitsemistapoja yritykset ja organisaatiot joutuvat turvautumaan omiin laskelmiin ja merkintöihin. Tämä taas johtaa muun muassa siihen, että kuluttajien on vaikea vertailla tuotteita keskenään. Tärkeää hiilijalanjäljen suhteen on kuitenkin se, että kuluttajilla on kiinnostusta aihetta kohtaan ja halu saada tietoa ilmastonmuutoksesta. Asialla on kuitenkin toinenkin puoli,

sillä on mahdollista, että tämä suuri kiinnostus on johtanut hiilijalanjäljen nopeaan kaupallistamiseen ja aiheen hajanaisuuteen. Näin ollen olisikin kaikkien osapuolien etu, että yhtenäiset toimintamallit hiilijalanjäljen suhteen löydettäisiin mahdollisimman nopeasti.

6 Pullotetun kivennäisveden hiilijalanjäljen laskeminen

Empiirisessä osuudessa tavoitteenani on laskea Hartwall Novelle maustamattoman 0,5 litran kivennäisveden hiilijalanjälki alkaen raaka-aineiden valmistuksesta päätyen loppumyyntipisteeseen saakka. Käyn elinkaaren osavaiheet läpi ja lopuksi teen yhteenvedon eri osuuksien KHK-päästöjen vaikutuksista niin yrityksen kuin ympäristönkin kannalta. Laskentamallini pohjautuu ISO 14040-standardiin perustuvaan elinkaariarvointiin ja sen metodologian sisällä tehtäviin valintoihin, siis metodologiaan, jonka esittelin luvussa 3. Kappaleessa 6.1 esittelen tarkemmin tutkimuksen tavoitteet ja soveltamisalan sekä esittelen tutkittavan kokonaisuuden prosessikuvauksen ja rajauksen. Kappaleessa 6.2 teen inventaarioanalyysin eli kerään tarvittavat tiedot KHK-päästöjen laskemiseksi ja mallinnan tutkittavan järjestelmän. Kappaleessa 6.3 arvioin pullotetun kivennäisveden aiheuttamien KHK-päästöjen vaikutuksia ilmastolle ja kappaleessa 6.4 esittelen tulokset.

6.1 Tutkimuksen tavoitteet ja soveltamisala

Tutkimuksen tavoitteena on määrittää Hartwall Novelle maustamattoman 0,5 litran kivennäisveden hiilijalanjälki KHK-päästöjen tunnistamiseksi ja minimoimiseksi. Olen rajannut elinkaaren alkamaan raaka-aineiden valmistuksesta päättyen tuotteen loppumyyntipisteeseen. Loppumyyntipisteellä tarkoitan kauppoja, tukkuja, ravintoloita, kioskeja ja muita pullotetun kivennäisveden jälleenmyyjiä. Tutkimusmenetelmänä sovellan ISO 14040-standardiin perustuvaa elinkaariarvioinnin metodologista viitekehystä.

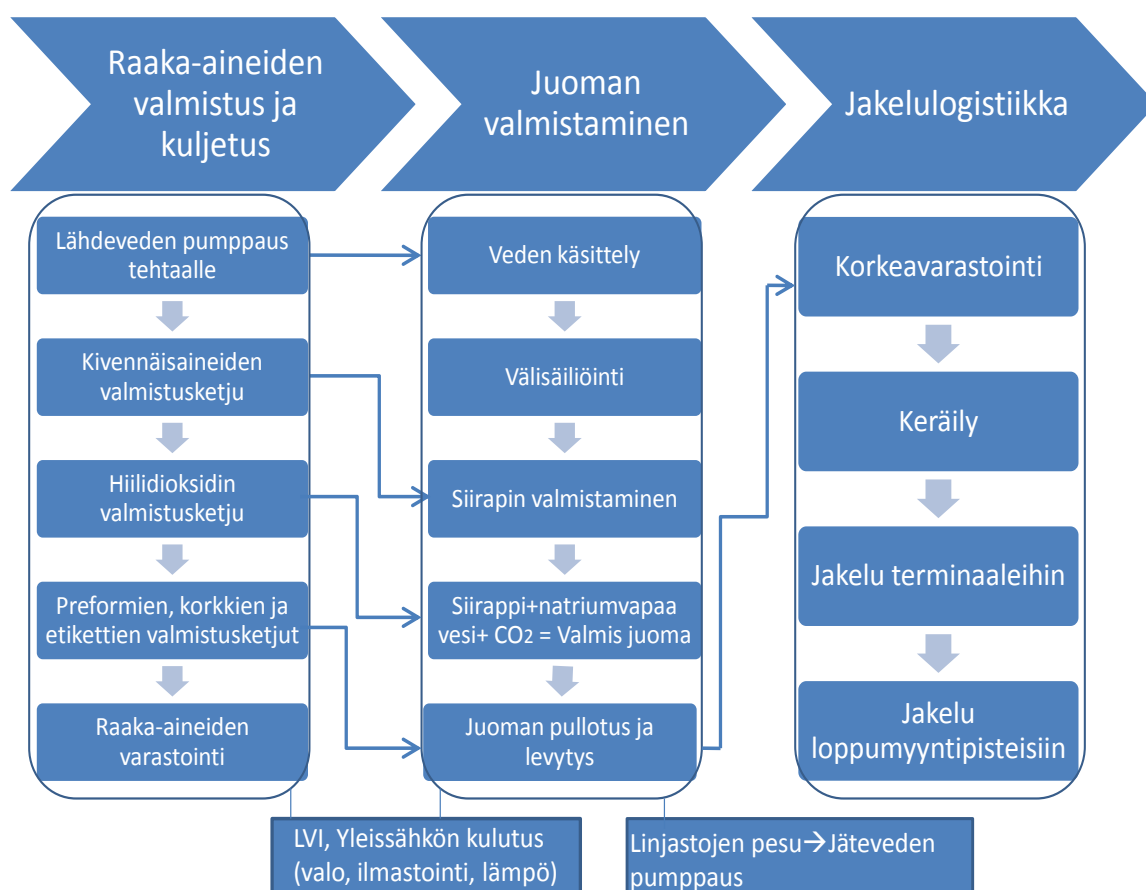
Tutkimuksen toiminnallisena yksikkönä on 0,5 litran kierrätysmuovipullo valmista hiilihapollista kivennäisvettä. Tähän perustuen määritän KHK-päästöjen suhteelliset osuudet eri prosessien kokonaispäästöistä. Koska KHK-päästöillä on vaikutusta ainoastaan ilmakehään, se on myös tutkimuksen ainoa vaikutusluokka. Tiedot tutkimusta varten saan Hartwallin omista tietokannoista. Tietoja, joita en saa suoraan yrityksestä, hankin muista tiedon lähteistä kuten Tilastokeskuksesta, Suomen ympäristökeskuksesta, MTT:sta, VTT:sta ja Suomen Palautuspakkaus (Palpa) Oy:stä.

Suoraan Hartwallilta saadun tiedon laadun oletan olevan korkea, sillä se perustuu todellisiin ja tarkkoihin laskelmiin muun muassa energian ja polttoaineen kulutuksesta.

Perustan tutkielmani Hartwallin vuonna 2010 laskemiin tietoihin, koska näin saan tarkasteluajanjaksosta riittävän pitkän tietojen keskiarvojen laskemista varten. Tämä parantaa tutkimuksen luotettavuutta tasoittamalla esimerkiksi kausivaihtelusta johtuvat tuotannon muutokset ja näin ollen myös KHK-päästöjen määrän. Seuraavaksi esittelen kappaleessa 6.1.1 tutkimuksen kohteena olevan järjestelmän ja siihen liittyvät monitoimintaiset prosessit kuten itse juoman valmistuksen.

6.1.1 Kivennäisveden elinkaaren prosessikuvaus

Kivennäisveden elinkaari on jaettu kolmeen osaan, jotka ovat raaka-aineiden valmistus ja hankinta kuljetuksineen, juoman valmistaminen sekä logistiikka. Alla oleva kuvio (Kuvio 11) selventää elinkaaren vaiheita ja niiden alaprosesseja.



Kuvio 11. Kivennäisveden valmistuksen prosessikaavio.

Raaka-aineiden osalta energiaa kuluu niin valmistukseen kuin kuljetukseen Lahdessa sijaitsevalle tehtaal. Itse tuotteen sisältämät raaka-aineet ovat lähdevesi, hiilidioksidi,

magnesiumkloridi ja kaliumbikarbonaatti. Pakkaamisessa tarvittavat raaka-aineet ovat pulloaihiot eli preformit, korkit, etiketit ja kuumaliima. Valmiin pulloitetun juoman varastointia ja kuljetusta varten tarvitaan kennolevyjä ja lavoja. Raaka-aineista lähdevesi pumpataan lähteestä sähköpumpulla putkea pitkin tehtaalle. Magnesiumkloridi ja kaliumbikarbonaatti kuljetetaan Saksasta rekoilla tehtaalle ja ne varastoidaan samoin kuin preformit, jotka tuodaan rekoilla Latviasta. Hiilidioksidista osa saadaan talteen omista käymisprosesseista ja osa ostetaan Suomessa toimivalta alihankkijalta. Linjastojen pesua varten tarvitaan natriumhydroksidia, jota ostetaan suomalaiselta alihankkijalta. Kun raaka-aineet on hankittu ja varastoitu, voidaan aloittaa juoman valmistus.

Juoman valmistus tehtaalla alkaa lähdeveden pumppaamisella puskuritankeihin. Puskuritankeista vesi pumpataan edelleen eteenpäin pienempään tankkiin käsittelyä varten. Veden käsittelyllä tarkoitetaan prosessia, jossa vedestä tehdään natriumvapaata ioneja vaihtamalla. Ioninvaihdoksi kutsutaan menetelmää, jossa vaihdetaan veden sisältämät epätoivotut ionit toivotuiksi ioneiksi. Kun vedestä on tehty natriumvapaata, se pumpataan eteenpäin välisäiliöön odottamaan. Tämän jälkeen valmistetaan siirappi, jolla tarkoitetaan kivennäisaineiden eli kaliumbikarbonaatin ja magnesiumkloridin liuottamista ja sekoittamista keskenään. Kun siirappi on valmis, vuorossa on itse juoman valmistaminen, jossa käsitelty vesi, siirappi ja hiilidioksidi sekoitetaan mikserissä ja lopputuloksena syntyy valmista kivennäisvettä. Valmis kivennäisvesi pumpataan edelleen eteenpäin pulloituslinjalle.

Pullotuksessa preformit liikkuvat ensin sähkökuljettimilla puhalluspisteisiin, joissa ne puhalletaan pulloiksi. Puhaltamisen jälkeen ne huuhdellaan ja kuivataan. Valmiit pullot kulkeutuvat edelleen linjaa pitkin juomantäyttökoneelle, jossa valmis juoma pulloitetaan niihin. Sitten pullot korkitetaan ja tarkastetaan koneellisesti, että ne ovat täynnä. Korkituksesta pullot kulkevat eteenpäin etikettikoneelle, jossa niiden ympärille liimataan kuumaliimalla etiketit. Myös etikettejä varten on sähköinen tarkastaja, joka varmistaa etikettien oikeanlaisen kiinnityksen. Sitten valmiit täydet pullot levytetään koneellisesti kennolevyille. Yhteen kennolevyyn mahtuu 24 kappaletta 0,5 litran pulloja. Tämän jälkeen levyt siirretään koneellisesti lavoille. Yhdelle lavalle mahtuu 64 kennolevyä.

Täydet lavat siirretään robottikuljettimilla korkeavarastoihin säilytykseen. Korkeavarastoista robotit keräilevät lavat tilausten perusteella lähettämöön, josta ne siirretään rekkoihin jakelua varten. Ensin tehdään siirtojakelut Lahdesta ympäri Suomea

oleviin terminaalivarastoihin tai suoraan tehdasta lähellä oleviin loppumyyntipisteisiin. Terminaalivarastoista kivennäisvesi jaellaan edelleen niiden loppumyyntipisteisiin.

6.1.2 Elinkaaren rajaaminen

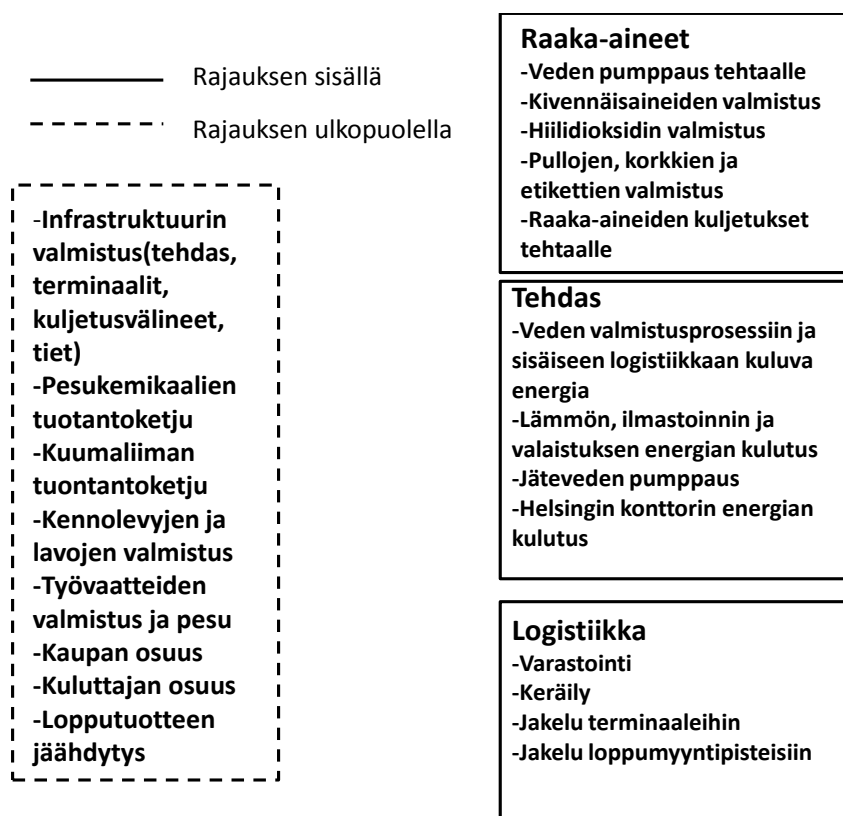
Arvio jonkin tuotteen hiilijalanjäljestä riippuu siitä, kuinka tutkittava kokonaisuus rajataan. Tutkitaanko vain jotain tiettyä osaa tuotantoketjusta vai tuotteen koko elinkaarta (Edwards-Jones ym. 2009b, 708). Tässä tutkimuksessa systeemin rajaaminen on tehty perustuen muihin teknologisiin järjestelmiin, koska samalla linjastolla valmistetaan kaikki Hartwallin 0,5 litran tuotteet. Näin ollen tämä monitoimintainen prosessi tulee määrittää, jotta tutkittavalle tuotteelle osataan allokoida oikeat ympäristölliset vaikutukset. Edellä esitetty kuvio (ks. Kuvio 11) havainnollisti juoman valmistusprosessin kivennäisveden osalta.

Olen rajannut tutkittavan kokonaisuuden alkamaan raaka-aineiden, eli veden, hiilidioksidin, kivennäisaineiden ja pakkausmateriaalien (preformit, korkit ja etiketit) valmistuksesta sekä kuljettamisesta Hartwallin tehtaalle Lahteen. Pyrin myös sisällyttämään laskelmiin raaka-aineiden valmistuksen ja kuljettamisen ensin alihankkijalle ja näin ollen jäljittämään raaka-aineiden synnyn mahdollisimman tarkasti.

Veden osalta lasken sen tehtaalle pumppaamiseen kuluvan energian aiheuttamat KHK-päästöt. Hiilidioksidista lasken mukaan sen valmistuksesta ja kuljetuksesta tehtaalle aiheutuvat päästöt. Magnesiumkloridin ja kaliumbikarbonaatin osalta lasken KHK-päästöt niiden louhinnasta alkaen. Preformeista lasken PET-muovin (polyeteenitereftalaatti) valmistuksesta ja raaka-aineen kuljetuksista aiheutuvat KHK-päästöt. Korkkien osalta lasken raaka-aineiden eli PE-muovin (polyeteeni) valmistuksesta sekä itse korkin valmistuksesta ja kuljetuksesta tehtaalle aiheutuvat päästöt. Etikettien osalta lasken OPP-muovikalvon (orientoitu polypropeeni), värien ja liuottimien valmistuksen, näiden materiaalien kuljetukset ensin alihankkijalle sekä alihankkijan valmistuksessa tarvitseman energian kulutuksen ja valmiin tuotteen kuljetuksen Hartwallille.

Juoman valmistuksen ja tehtaan osalta lasken energiankulutuksesta aiheutuvat KHK-päästöt alkaen siis lähdeveden pumppauksesta tehtaalle, veden käsittelystä, materiaalien logistiikasta tehtaalla, siirapin teosta, juoman valmistamisesta ja pullotuksesta. Tämän lisäksi lasken mukaan valmiin tuotteen levytyksestä, lavoille keräämisestä, varastoinnista

ja keräilystä aiheutuvat päästöt. Huomioin myös linjastojen pesusta aiheutuvan jäteveden puhdistamisesta syntyvät päästöt. Lasken mukaan myös koko tehdaskiinteistön lämmityksestä, ilmastoinnista ja valaistuksesta aiheutuvat päästöt. Ylipäätään koko tehdaskiinteistössä kuluva energia 0,5 litran kivennäisveden elinkaareen liittyen on tarkoitus huomioida. Sisällytän myös Helsingin pääkonttorin energiankulutuksen mukaan laskelmiin, koska Helsingissä työskentelevät ihmiset (johto, myynti, markkinointi, hallinto, HR, ostot) ovat osa juomaan liittyvää elinkaarta. Logistiikan osalta lasken mukaan tuotteen jakelun joko suoraan tehtaalta loppumyyntipisteisiin tai ensin terminaaleihin ja sieltä edelleen jälleenmyyjälle ja tähän kohtaan olen myös rajannut tutkittavan kokonaisuuden päättymään. Alla oleva kuvio (Kuvio 12) havainnollistaa tekemääni rajausta.



Kuvio 12. Tutkittavan systeemin rajaus. Laskelmiin sisällytetyt ja ulos rajatut toiminnot.

Rajaus loppumyyntipisteisiin asti parantaa tutkielmani luotettavuutta ja on perusteltua ensinnäkin, koska saan spesifiä tietoa kivennäisveden elinkaaresta juuri tähän pisteeseen asti. Toisekseen eri jälleenmyyjien KHK-päästöjen kohdistaminen pelkästään 0,5 litran kivennäisvedelle olisi melko haastavaa. Esimerkiksi vesien säilytystavat saattavat erota, koska osa jälleenmyyjistä säilyttää tuotteita kylmässä ja osa ei. Kylmälaitteiden

energiankulutukset ovat myös hyvin erilaisia ja tuotteiden säilytysaikaa niissä on vaikea kohdistaa tarkasti. Myös itse kylmälaitteiden valmistuksen hiilijalanjälki olisi haastavaa laskea.

Rajauksen ulkopuolelle jääviä asioita loppumyyntipisteiden lisäksi ovat tehtaan, terminaalien, koneiden sekä kuljetusvälineiden ja teiden valmistus. Näihin kohdistuva kulutus on niin suurta, että yhden 0,5 litran kivennäisvesipullon osuus KHK-päästöjen kokonaisuudesta oletan olevan hyvin pienet. Linjastojen pesua varten käytettävän pesukemikaalin tuotantoketjun olen myös alkuperäisestä tavoitteesta huolimatta joutunut rajaamaan ulos tiedon keruun hankaluuden vuoksi. Senkin osuus toiminnallista yksikköä kohden on oletettavasti hyvin pieni. Kuumaliiman, jolla etiketit kiinnitetään pulloon, rajasin myös ulos, sen oletetusta pienestä kokonaisvaikutuksesta johtuen. Myöskään työntekijöiden työvaatteiden valmistuksesta ja pesusta aiheutuvia päästöjä en huomioi tiedon keruun ja sen kohdistamisen hankaluuden vuoksi.

En myöskään huomioi kuluttajaa tutkielmassani, koska ensinnäkin kuluttajan liikkumisen KHK-päästöjen arviointi eri jakeluteiden osalta olisi haastavaa. Eri jakelutievaihtoehtoja tuotteen päätyttyä kuluttajalle asti on useita. Näiden eri jakelutievaihtoehtojen KHK-päästöjen kohdentaminen oikein on hankalaa ja arvionvaraista, mikä ei olisi tarkoituksenmukaista tutkimuksen tarkkuuden ja luotettavuuden kannalta. Esimerkiksi tukun ja ravintolan tai kaupan välisestä logistiikasta aiheutuvien päästöjen kohdentaminen oikein olisi arvionvaraista. Seuraavassa on esimerkkejä vaihtoehtoisista jakeluteistä kuluttajalle asti:

- Tehdas-kauppa-kuluttaja
- Tehdas-tukku-kauppa-kuluttaja
- Tehdas-ravintola-kuluttaja
- Tehdas-tukku-ravintola-kuluttaja

Toisekseen kuluttajan tuotteen säilytyksestä aiheutuvien KHK-päästöjen arviointi olisi vaikeaa. Osa käyttää tuotteen heti, osa säilyttää sitä kylmässä ja kuluttaa sen myöhemmin. Näin ollen esimerkiksi kylmäsäilytyksestä aiheutuvien päästöjen kohdistaminen oikein tuotteen jälleenmyyjän ja kuluttajan välillä olisi vaikeaa. Toisekseen kylmälaitteiden energiankulutukset eroavat toisistaan niin jälleenmyyjien kuin kuluttajienkin osalta ja todennäköisesti niissä säilytettäisiin myös muita tuotteita

kivennäisveden lisäksi, joten KHK-päästöjen kohdistaminen tuotteiden kesken olisi myös haastavaa.

Pullojen kennolevyjen sekä kuljetuslavojen valmistuksen olen rajannut ulos, koska niiden osuus 0,5 litran kivennäisveden KHK-päästöistä olisi todennäköisesti melko pieni johtuen niiden pitkästä käyttöiästä ja pienestä kokonaispäästöosuudesta per toiminnallinen yksikkö. Kennolevyt on otettu käyttöön vuosien 2007 ja 2008 aikana ja niiden käyttöiäksi sekä Palpa että Hartwall ovat arvioineet vähintään noin kymmenen vuotta. Esimerkiksi Fazer on omassa hiilijalanjälkitutkimuksessaan rajannut leipien kuljetuslaatikot ulos laskennasta niiden pitkästä käyttöiästä johtuen. (Ks. MTT, 2011.) Myös lavojen käyttöiäksi Palpa on arvioinut 10 vuotta.

Henkilöstön liikkumisesta kuten työmatkoista ja liikematkoista aiheutuneita päästöjä en huomioi laskelmissa, koska niiden kohdistaminen oikein olisi vaikeaa johtuen suuresta työntekijämäärästä ja näin ollen todennäköisesti myös useista liikkumismuodoista työpaikalle.

6.1.3 Oletukset ja allokoinnit

Jouduin tekemään tutkielmassa oletuksia sekä allokointeja tiedon puutteen, tiedon keruun hankaluuden ja prosessien monimutkaisuuden vuoksi. Olen perustellut kaikki oletukset sekä allokoinnit ja erittelen ne seuraavaksi samalla tavalla vaiheittain kuin juoman valmistuksen prosessikaaviossa. Allokoinnissa perussääntönä lasken ensin koko vuoden raaka-aine- tai energiatarpeet ja kohdistan ne sen jälkeen per toiminnallinen yksikkö. Poikkeuksissa tai suoraan saaduissa hiilijalanjälkilaskelmissa pyrin kertomaan taustaoletukset mahdollisimman tarkasti.

Raaka-aineiden valmistus ja kuljetus

Raaka-aineista vesi pumpataan lähteestä sähköpumpulla. Pumpun oletan pumpaavan maksimiteholla (37kW) ja sen mukaisella tuotolla (125m³/h). Pumpattua lähdevettä tarvitaan raaka-aineena toiminnallista yksikköä kohden 1,5 litraa. Tieto perustuu Hartwallin sisäisesti laskettuun valmiin tuotteen veden kulutuskertoimeen, joka on kolme. Energian suhteen oletan, että kaikki energia, jonka joudun muuntamaan, vastaa KHK-päästöiltään Suomen keskimääräisen sähköntuotannonpäästöjä, jotka ovat Myllymaan ym. (2006) mukaan 319,2 g CO₂-ekvivalenttia kilowattitunti (kWh) kuten

alla olevasta taulukosta (Taulukko 1) myös näkyy. Jatkossa käytän aina tätä kerrointa muuntaessani energiankulutusta hiilidioksidiekvivalenteiksi.

Taulukko 1. Suomen keskimääräisestä sähköntuotannosta aiheutuvat KHK-päästöt (Myllymaa ym.2006).

Energiamuoto	g CO ₂ -ekv./kWh	Lähde
Sähkö	319,2	Myllymaa ym. 2006

Hiilidioksidista osa ostetaan alihankkijalta ja osa saadaan talteen Hartwallin omista käymisprosesseista. Vuonna 2010 tämä suhde oli Hartwallin mukaan tasan eli puolet juomissa käytettävästä hiilidioksidista ostettiin alihankkijalta ja puolet saatiin omista prosesseista. Tässä samassa suhteessa lasken hiilidioksidin aiheuttamat KHK-päästöt toiminnallista yksikköä kohden. Ostetun hiilidioksidin hiilijalanjälki perustuu alihankkijalta saatuihin tietoihin ja se ulottuu valmistuksen alusta kuljetukseen asiakkaalle asti. Omista käymisprosesseista varastoidun hiilidioksidin oletan olevan nollapäästöistä ja sen talteenotossa kuluva energia sisältyy tehtaan yleissähkönkulutuksen osuuteen. Juoman valmistuksessa syntyvää hiilihapon hävikkiä en huomioi sen oikein kohdentamisen ja tiedon keruun hankaluuden vuoksi.

Sekä magnesiumkloridin että kaliumbikarbonaatin valmistus perustuu louhintaan maaperästä. Magnesiumkloridi louhitaan suoraan maaperästä, jonka jälkeen se puhdistetaan liuottamalla ja uudelleen kiteyttämällä. Kaliumbikarbonaatti valmistetaan sen sijaan kaliumkarbonaatista hiilidioksidin avulla. Kaliumkarbonaatin alkuperäinen raaka-aine on kaliumkloridi, jota saadaan, kuten magnesiumkloridiakin, louhimalla.

Tarkempaa tietoa magnesiumkloridin ja kaliumbikarbonaatin valmistuksesta en saanut, mutta Plastics Europe-tietokannassa (2005, 5) oli informaatiota suolan valmistuksesta. Sen mukaan suolan valmistus voi alkaa louhinnasta ja sen puhdistamiseen voidaan käyttää hiilidioksidia aivan kuten kaliumbikarbonaatin. Plastics Europe (2005) mukaan 1 kg:n valmistus kyllästettyä suolaa natriumkloridista aiheuttaa KHK-päästöjä 170g CO₂-ekvivalenttia. Oletan, että magnesiumkloridin ja kaliumbikarbonaatin valmistuksen päästöt kilogrammaa kohden ovat yhtä suuret.

Kivennäisaineiden osalta oletan, että nämä raaka-aineet on hankittu yhdellä kertaa, jolloin ne mahtuvat samaan rekkaan. Yhden täysperävaunuyhdistelmärekkan täysi kuormausaste on VTT:n ylläpitämän Lipasto-tietokannan (2010a) mukaan 40 tonnia ja käytän sen mukaista vuoden 2009 keskimääräistä päästökerrointa. Tyhjien rekkojen paluuta Saksaan tai käyttöä raaka-aineiden toimituksen jälkeen en laske mukaan, koska palvelu on ostettu toimituksena yhteen suuntaan.

Preformit tuodaan täysperävaunuyhdistelmärekoilla ja oletan, että niiden kuormausaste on 70 %. Kuormausasteen oletus perustuu Lipasto-tietokannan (2010a) laskelmiin, jossa täysi kuorma määritellään painon mukaan. Preformit eivät painollisesti vaadi täyttä kuormausastetta, mutta tilavuuden puolesta niitä mahtuu yhteen täysperävaunuyhdistelmään 64 lavaa, joten painon mukaisesti laskettuna käytän edellä mainitun kuormausasteen päästökerrointa. Tyhjien rekkojen käyttöä en tässäkään tapauksessa huomioi, samoin perustein kuin kivennäisaineiden kohdalla. Kohdistan kuljetuksen KHK-päästöt laskemalla ensin vuoden keskimääräispäästöt yhteensä, josta saadaan laskettua yhden preformin osuus.

Korkin osalta lasken raaka-aineen hiilijalanjäljen kertomalla sulkimen painon raaka-aineiden valmistuksen hiilijalanjäljellä. Energian osalta kerron yhden korkin valmistukseen kuluvaan energiamäärän keskimääräisellä sähkön KHK-päästöillä. Korkkien kuljetuksessa lasken ensin vuoden korkkien kuljetuksen aiheuttamat keskimääräispäästöt ja allokoin sen toiminnallista yksikköä kohden. Korkit tuodaan täysperävaunuyhdistelmärekalla ja lasken kuljetuksen osuuden 70 % lastatun rekan vuoden 2009 (Lipasto) päästökeskiarvolla. Kuormausasteen oletus perustuu samoihin asioihin kuin preformienkin osalta eli painollisesti korkit eivät vaadi täyttä kuormausastetta, mutta tilavuudellisesti niitä mahtuu rekkaan 64 lavaa.

Etikettien osalta huomioin laskennassa OPP-muovikalvon, värien ja liuottimien valmistuksen, näiden materiaalien kuljetukset ensin alihankkijalle sekä alihankkijan valmistuksessa tarvitseman energian kulutuksen ja valmiin tuotteen kuljetuksen Hartwallille. Etiketeistä en saanut taustatietoja materiaalien määristä ja energian kulutuksesta, vaan suoran tuloksen per etiketti, johon sisältyvät edellä mainitut asiat.

Raaka-aineiden osalta laskelmissa huomattavaa on muovipullojen kierrätys. Pantillisia kierrätysmuovipulloja ei käytetä uudelleen sellaisenaan, vaan niistä otetaan talteen muovi uusiokäyttöä varten. Juomien valmistajat kuljettavat kauppaan palautuneet tyhjät pullot

kierrätyslaitokselle, jossa ne paalataan ja lähetetään edelleen jatkokäsittelijälle. Jatkokäsittelijä rouhii, pesee ja granuloi materiaalin, jonka jälkeen sitä voidaan käyttää uudelleen raaka-aineena. Granulaatista tehdään muun muassa uusia pulloaihoita juomateollisuuden käyttöön. (Palpa, 2011b.) Palpa:n (2011c) mukaan kaikkien pullojen kierrätysaste oli 92 % vuonna 2010. Tämän perusteella hyvitan pullossa käytettävien materiaalien(korkki, etiketti, preformi) aiheuttamista KHK-päästöistä 92 %.

PET-kierrätyspullomateriaalit jaotellaan kierrätettävyyden perusteella kolmeen eri ryhmään. Ensimmäisenä on väritön eli kirkas PET-materiaali, joka voidaan kierrättää pullosta pulloon ja siitä saadaan markkinoilla korkein hinta. Toisena on värillinen PET-materiaali, joka voidaan kierrättää kuitusovellutuksiin ja kolmantena ovat PET-kierrätykseen soveltumattomat muut muovit ja materiaalit. (Palpa, 2011a). Tässä tapauksessa on kyse ensimmäisestä eli värittömästä PET-materiaalista

Juoman valmistaminen

Lasken juoman valmistuksesta aiheutuvat KHK-päästöt jakamalla 0,5 litran kivennäisveden valmistukseen käytetyn energian kaikkien tehtaalla vuonna 2010 valmistettujen juomien energiankulutuksella. Kohdistan energiankulutuksen tuotettujen litrojen suhteessa. Oletuksena on, että kaikkien juomien valmistus kuluttaa saman verran energiaa, vaikka todellisuudessa näin ei ole, mutta tiedon puutteen ja keruun hankaluuden vuoksi joudun turvautumaan tähän tapaan. Laskennan tarkkuutta saattaa kuitenkin parantaa se, että saan tietooni pelkästään 0,5 litran juomia pullottavan linjan energiankulutuksen. Linjalla pullotetaan kaikki yrityksen 0,5 litran kierrätysmuovipullossa olevat tuotteet ja pystyn kohdistamaan energian kulutuksen 0,5 litran kivennäisvedelle laskemalla näiden välisen suhteen. Toki tässäkin on oletuksena, että kaikki linjalla pullotetut tuotteet vaativat saman määrän energiaa.

Muut juoman valmistukseen liittyvät prosessit kuten veden käsittelyn, välisäiliöinnin, siirapin valmistuksen, itse juoman valmistuksen ja jäteveden pumppauksen vedenpuhdistamolle allokoitin samalla tavalla kuin koko tehtaan energiankulutuksen osalta. Kohdistan prosessit laskemalla vuonna 2010 valmistetun 0,5 litran kivennäisveden litramäärän ja jakamalla sen vuoden 2010 tehtaan tuottamalla kokonaislitramäärällä, jonka jälkeen lasken 0,5 litran kivennäisveden energian kulutuksen tässä suhteessa. Oletuksena muiden prosessien osalta on, että ne kuluttavat saman verran energiaa riippumatta siitä mitä, juomaa valmistetaan. Huomattavaa kuitenkin on, että esimerkiksi oluen valmistuksen prosessi on melko erilainen verrattuna kivennäisveden

valmistusprosessiin, mutta yhtenäisiä osaprosesseja näiden kahden tuotteen kesken ei juuri ole, mikä parantaa osaltaan laskelman tarkkuutta.

Jakelulogiikka

Logistiikan osalta tuotteen korkeavarastoinnista ja keräilystä aiheutuvat KHK-päästöt aiheutuvat tehtaan energiankulutuksesta ja kohdistane samalla tavalla kuin juoman valmistuksessa. Logistiikan osalta huomattavaa on se, että yhtiö varastoi ja jakelee myös Hartwallin tytäryhtiön Hartwa-Trade Oy:n tuotteita, joita ei kuitenkaan valmisteta Hartwallin tehtaalla. En kuitenkaan pysty kohdistamaan näitä päästöjä Hartwallin ja Hartwa-Traden tuotteiden välille tiedon keruun hankaluuden vuoksi. Eri tuotenimikkeitä on useita satoja ja oikea allokointi näiden tuotteiden kesken olisi todella vaikeaa ja arvionvaraista.

Hartwall on laskenut jakelunsa kokonaishiilijalanjäljen valmiiksi ja laskelmien pohjana on käytetty VTT:n Lipasto-tietokantaa. Tähän jakelun kokonaispäästöön sisältyvät siirtokuljetukset eli juomien vienti tehtaalta jakeluterminaleihin ympäri Suomea ja siitä jakelu eteenpäin tuotteiden loppumyyntipisteisiin. Lukuun sisältyy myös tyhjien pullojen vienti Palpa Oy:n kierrätyspisteisiin ympäri maata sekä tyhjien lavojen ja levyjen tuonti takaisin tehtaalle. Oletuksena tässä on, että kaikki kivennäisvesi toimitetaan täysinä lavoina, josta lasketaan kivennäisveden osuus jakamalla kivennäisveden toimitetut litrat kaikilla toimitetuilla litroilla. Oletus on jouduttu tekemään, koska muuten kuljetuksen KHK-päästöjen kohdistaminen olisi mahdotonta. Ensinnäkin, vaikka toimituksia tehdään todellisuudessa myös levyittäin, niiden kohdistaminen oikein on vaikeaa, koska kuormat vaihtelevat päivittäin. Toisekseen levyjä ja lavoja toimitetaan myös alihankkijoiden rekoissa, joista yritys voi ostaa yksittäisiä lavapaikkoja. Tälle lavapaikalle voi tulla muitakin Hartwallin tuotteita kuin kivennäisvettä ja näissä kuljetuksissa saatetaan toimittaa myös muita elintarvikkeita, jolloin pelkän kivennäisveden KHK-päästöjen kohdistaminen olisi vaikeaa.

Jätteet

Ainoa varsinainen jäte, jota kivennäisveden valmistuksessa syntyy, on linjastojen pesuvesi. Pesuvetenä käytetään talousvettä, joka on siis eri vettä kuin juoman valmistuksessa. Linjastojen pesuvesi johdetaan veden neutralisointilaitokselle, joka puhdistaa veden. Itse veden johtamiseen kuluvan energian lasken mukaan tehtaan energiankulutuksessa. Pesuvesi on jätevettä ja muunna sen Tenhusen ym. (2000)

tutkimuksessa jätevedelle lasketun päästön ($470,77 \text{ g CO}_2\text{-ekv/m}^3$) mukaisesti. Heidän tutkimuksessaan jäteveden puhdistuksen KHK-päästöt oli huomioitu viemäriverkoston rakentamisen, jäteveden käsittelyn (mm. puhdistamon sähkön- ja lämmöntarve, puhdistuskemikaalien valmistus ja kuljetus, puhdistamon rakentaminen) ja lietteen loppusijoituksen osalta. Oletan, että jätevesi jakautuu tasan kaikkien vuonna 2010 Hartwallilla valmistettujen tuotteiden kesken ja kohdistan jäteveden kulutuksen tämän mukaisesti.

6.2 Inventaarioanalyysi

Inventaarioanalyysissä kerätään kaikki elinkaariarviointia varten tarvittavat tiedot ja mallinnetaan tutkittava järjestelmä. Järjestelmän mallinnuksella tarkoitetaan tietojen yhdistämistä ja luokittelemista niin, että järjestelmä tuottaa haluttua toimintayksikköä, jolloin pystytään laskemaan järjestelmän tuottamat ympäristövaikutukset. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että arvioidaan resurssien kulutus ja jätevirtojen sekä päästöjen määrä, jotka ovat aiheutuneet tuotteen elinkaaresta tai voidaan muutoin laskea tuotteesta johtuviksi. (ILCD, 2010a, 151-153, 251-252; Rebitzer ym. 2004, 704.)

Tiedon keruussa tutkimusta varten sain käyttööni Hartwallin omat tietokannat sekä henkilökunnan tietouden aiheesta. Jouduin käyttämään myös muita tiedonlähteitä kuten Tilastokeskusta, MTT:ta, VTT:ta, Palpa Oy:tä sekä raaka-aineiden toimittajien tietoja. Seuraavassa esitän keräämäni tiedot samalla tavalla vaiheittain kuin juoman valmistuksen prosessikaaviossa sekä oletuksissa ja allokoinneissa.

Raaka-aineiden valmistus ja kuljetus

Lähdeveden pumppaus tehtaalle tapahtuu sähköpumpulla, jonka pumppausteho on 37 kWh , jolloin pumpun tuotto on $125 \text{ m}^3/\text{h}$. Vuonna 2010 Hartwall tuotti 2,8 miljoonaa litraa valmista 0,5 litran kivennäisvettä. Kun tämän kertoo kolmella, joka on Hartwallin juoman valmistuksen yleiskerroin veden kulutuksessa, saadaan veden kulutukseksi $8,4$ miljoonaa litraa vuodessa. $8,4$ miljoonaa litraa vettä kuutioiksi muunnettuna on 8400 m^3 . Kun vuoden veden kulutus (8400 m^3) jaetaan pumpun tuotolla ($125 \text{ m}^3/\text{h}$), saadaan pumpun koko vuoden toimintatunneiksi 67,2. Näin ollen kertomalla pumppaustunnit ($67,2$) pumpun teholla (37 kWh) pystytään laskemaan pumpun vuoden energiankulutus, joka on $2486,4 \text{ kWh}$.

Kun vuoden energiankulutus muunnetaan Myllymaan ym. (2006) määrittämän (ks. Taulukko 1) kertoimen mukaan, saadaan koko vuoden veden pumppauksesta aiheutuviksi KHK-päästöiksi 794 kg CO₂-ekvivalenttia. Päästöksi toiminnallista yksikköä kohden tulee tällöin 0,1417248 g CO₂-ekvivalenttia kuten alla olevasta taulukosta (Taulukko 2) ilmenee.

Taulukko 2. Veden pumppauksesta aiheutuvat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Veden pumppauksesta aiheutuvat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö.	Tiedon lähde
0,1417248	Hartwall; Myllymaa ym. 2006

Plastics European (2005) mukaan 1 kg:n valmistus kyllästettyä suolaa natriumkloridista aiheuttaa KHK-päästöjä 170 g CO₂-ekvivalenttia. Oletan, että magnesiumkloridin ja kaliumbikarbonaatin valmistuksen päästöt kilogrammaa kohden ovat yhtä suuret. Kivennäisaineiden yhteispäästöksi valmistuksen osalta muodostuu näin ollen 1,7 g CO₂-ekvivalenttia, kuten alla olevasta taulukosta (Taulukko 3) nähdään.

Taulukko 3. Kivennäisaineiden valmistuksesta aiheutuvat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Kivennäisaineiden valmistuksesta aiheutuvat KHK – päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö.	Tiedon lähde
1,7	Plastics Europe 2005, 5

Magnesiumkloridin ja kaliumbikarbonaatin kuljetusmatka on 1713 kilometriä. Vuodessa kivennäisaineita tarvitaan yhteensä 39000 kg. Lasken näin ollen täydeksi lastatun rekan (40t) vuoden 2009 päästökeskiarvolla (Lipasto, 2010), joka on 0,26 g CO₂-ekv/km, jolloin kuljetuksen kokonaispäästöksi muodostuu 445,38 CO₂-ekvivalenttia. Kivennäisaineiden kuljetuksen KHK-päästöiksi toiminnallista yksikköä kohden tulee tämän myötä 0,000065 g CO₂-ekvivalenttia.

Taulukko 4. Kivennäisaineiden kuljetuksesta aiheutuvat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Kivennäisaineiden kuljetuksesta aiheutuvat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö.	Tiedon lähde
0,000065	Hartwall; Lipasto, 2010

Alihankkija oli laskenut asiakkaalle kuljetetun käyttövalmiin nestemäisen hiilidioksidin KHK-päästöksi keskimäärin 77 g CO₂-ekvivalenttia per normikuutiometri (nm³). Yksi normikuutiometri kiloiksi muunnettuna on 1,977 kg hiilidioksidia ja tästä saadaan laskettua hiilijalanjälki per kilogramma hiilidioksidia, joka on 39 g CO₂-ekvivalenttia. Kun koko yrityksen vuoden hiilidioksidin käyttö ostetun ja talteenotetun hiilidioksidin kesken jakautui tasan, lasken samassa suhteessa myös hiilidioksidin käytön kivennäisveden osalta. Näin ollen ostetun hiilidioksidin KHK-päästöksi per toiminnallinen yksikkö muodostuu 0,06 g CO₂-ekvivalenttia ja omista käymisprosesseista saadun hiilidioksidin KHK-päästöt sisältyvät yleissähkön kulutuksen osuuteen.

Taulukko 5. Ostetun hiilidioksidin valmistuksesta ja kuljetuksesta aiheutuvat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Ostetun hiilidioksidin valmistuksesta ja kuljetuksesta tulevat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö.	Tiedon lähde
0,06	Hartwall

Preformien valmistuksesta en saanut tietoa alihankkijalta, joten turvauduin Plastics Europe -tietokannassa esitettyihin päästötietoihin. Plastics Europe on Euroopan Unionin muoviteollisuuden kattojärjestö, joka julkaisee muoviin ja siihen liittyviin raaka-aineisiin, kuten öljyyn ja suoloihin, liittyviä elinkaaritietoja. Preformit valmistetaan PET-muovista ja tietokannassa PET-muovin päästöihin on sisällytetty sen elinkaaren vaiheet alkaen raaka-aineiden hankinnasta, eri kuljetuksista ja pulloaihion valmistuksesta päätyen siihen, kun se on valmis kuljetettavaksi eteenpäin. KHK-päästöt on laskettu 1,7 miljoonan PET-muovitonin valmistuksen pohjalta. Yhden kilogramman PET-muovin

KHK-päästöt olivat 2,15 kg CO₂-ekvivalenttia (Plastics Europe, 2010, 24). Yhden valmiin preformin paino on Hartwallin mukaan 24 g, jolloin yhden preformin KHK-päästökseksi muodostuu 0,0516 g CO₂-ekvivalenttia per toiminnallinen yksikkö.

Taulukko 6. Pulloaihion valmistuksessa käytettävän PET-muovin aiheuttamat KHK-päästöt.

Preformin valmistuksen aiheuttamat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö.	Tiedon lähde
0,0516	Hartwall; Plastics Europe, 2010

Preformien kuljetusmatka Latviasta Lahteen on 794 kilometriä. Yhteensä preformeja koko 0,5 litran kivennäisveden tuotantoon vuonna 2010 tarvittiin 5594640 kappaletta. Yhdelle lavalle mahtuu 11700 preformia ja lavoja menee yhteen täysperävaunuyhdistelmärekkaan 64 kappaletta, jolloin yhteen rekkaan mahtuu yhteensä 748800 preformia. Koko vuoden preformit mahtuvat näin ollen 8 rekkaan. Lasken 70 % lastatun rekan vuoden 2009 päästökeskiarvolla, joka on 0,24 g CO₂-ekv./km (Lipasto, 2010), jolloin vuoden preformien kuljetusten kokonaispäästökseksi tulee 1524 g CO₂-ekvivalenttia. Yhden preformin kuljetuksen KHK-päästökseksi muodostuu 0,000272 g CO₂-ekvivalenttia.

Taulukko 7. Preformin kuljetuksesta aiheutuvat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Preformin kuljetuksesta aiheutuvat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö.	Tiedon lähde
0,000272	Hartwall; Lipasto, 2010

Korkin valmistukseen tarvittavan muovin määrä on tavarantoimittajan mukaan 0,00313 kg ja energiaa yhden korkin valmistukseen kuluu 0,000282 kWh. Korkin raaka-aineiden valmistuksen hiilijalanjälki on 0,76412 kg CO₂-ekvivalenttia. Näin ollen hiilijalanjäljeksi saadaan raaka-aineiden osalta 2,4 g CO₂-ekv. ja energian eli korkin valmistuksen osalta 0,09 g CO₂-ekv. Yhteensä korkin KHK-päästöiksi per toiminnallinen yksikkö muodostuu näin ollen 2,49 g CO₂-ekvivalenttia.

Taulukko 8. Korkin valmistuksesta aiheutuvat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Korkin valmistuksesta aiheutuvat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö.	Tiedon lähde
2,49	Hartwall

Korkkien kuljetusmatka on 35 km. Korkit tuodaan suurella täysperävaunuyhdistelmällä ja lasken 70 % lastatun rekan vuoden 2009 päästökeskiarvolla, joka on Lipaston (2010) mukaan 0,24 g CO₂-ekv./km. Yhteen korkkikonttiin mahtuu 50000 korkkia, mikä tarkoittaa yhteensä 112 korkkikonttia(lavaa) vuodessa laskettuna pullomäärän (5594640) mukaan. Kun rekkaan mahtuu 64 lavaa, se tarkoittaa, että vuodessa korkkeja tarvitaan kaksi täyttä rekkaa. Yhden korkin paino on 2,5 g ja koko vuoden korkkien yhteispaino on 13987 kg. Tällöin koko vuoden korkkikuljetusten hiilijalanjäljeksi tulee 28g CO₂-ekv. ja yhden korkin osuudeksi per toiminnallinen yksikkö 0,000003 g CO₂-ekv.

Taulukko 9. Korkin kuljetuksesta aiheutuvat KHK-päästöt.

Korkin valmistuksen ja kuljetuksen KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
0,000003	Hartwall; Lipasto, 2010

Etikettien OPP-muovikalvon, värien ja liuottimien valmistus, näiden materiaalien kuljetukset ensin alihankkijalle sekä alihankkijan valmistuksessa tarvitseman energian kulutus ja valmiin tuotteen kuljetus tehtaalle aiheuttaa Hartwallin laskelmien ja Lipaston (2010) mukaan KHK-päästöjä 1,46 g CO₂-ekvivalenttia.

Taulukko 10. Etiketin valmistuksesta ja kuljetuksesta aiheutuvat KHK-päästöt.

Etiketin valmistuksen ja kuljetuksen KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
1,46	Hartwall; Lipasto, 2010

Yhteensä raaka-aineiden valmistuksen ja kuljetuksen hiilijalanjäljeksi tulee siis 4,2 g CO₂-ekvivalenttia per toiminnallinen yksikkö. Tähän lukuun ei kuitenkaan sisälly raaka-aineiden varastointia, vaan sen osuus sisältyy tehtaan energian kulutukseen.

Juoman valmistaminen

Kokonaissähkönkulutus Hartwallin Lahden tehtaalla vuonna 2010 oli 37303 MWh. 0,5 litran kivennäisveden koko vuoden 2010 volyymin valmistaminen vei sähköä 373MWh (372 999 kWh) vuodessa eli noin 1 % koko sähkön kulutuksesta. Kun tästä lasketaan osuus per toiminnallinen yksikkö, tulokseksi saadaan 0,0667 kWh ja hiilidioksidiekvivalenteiksi muunnettuna 21,2 g CO₂-ekvivalenttia. Tähän sisältyy:

- Raaka-aineiden varastointi
- Veden käsittely
- Materiaalien logistiikka
- Siirapin valmistus
- Juoman valmistus
- Pullotus
- Varastointi
- Keräily
- Kiinteistön ilmastointi
- Kiinteistön lämmitys
- Jäteveden pumppaaminen puhdistamolle

Näistä toiminnoista on vielä erikseen laskettu tarkat KHK-päästöt materiaalien logistiikalle, pullotukselle sekä varastoinnille ja keräilylle. Muista funktioista en saanut yhtä spesifiä tietoa. Erittely on perusteltua tehdä, koska tällöin pystytään vielä tarkemmin määrittelemään, mistä KHK-päästöt aiheutuvat. Huomattavaa siis on, että näiden toimintojen päästöt sisältyvät jo alla olevassa taulukossa (Taulukko 11) olevaan hiilijalanjälkeen enkä huomioi niitä laskuissa uudestaan vaan tarkoituksena on ainoastaan tunnistaa niiden osuus kokonaispäästöistä.

Taulukko 11. Juoman valmistuksesta syntyvät KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Juoman valmistuksen aiheuttamat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
21,2	Hartwall;Myllymaa ym. 2006

Kokonaissähkökulutuksesta sisäisen logistiikan osuudeksi, (johon kuuluu niin materiaalien logistiikka ennen pullotusta ja pullotuksen jälkeinen logistiikka eli varastointi ja keräily), Hartwallin energiainsinööri arvioi 35 % eli 7,42 g CO₂-ekv. Tämän osuuden hän arvioi jakaantuvan puoliksi ennen pullotusta, (kun raaka-aineet kuljetetaan paikoilleen) ja pullotuksen jälkeen (kun valmis tuote siirtyy pullottamosta korkeavarastoon odottamaan keräilyä). Materiaalien logistiikan osuudeksi tulee näin ollen 3,71 g CO₂-ekv. Huomattavaa on, että se siis sisältyy jo juoman valmistuksen päästöihin.

Taulukko 12. Materiaalien logistiikasta aiheutuvat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Materiaalien logistiikan KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
3,71	Hartwall;Myllymaa ym. 2006

Koko linja, jolla 0,5 litran kivennäisvesi pullotetaan, kulutti energiaa vuonna 2010 38007 kWh. Kun tämä energiamäärä jaetaan kivennäisveden ja koko linjan volyymiin välisessä suhteessa saadaan laskettua kivennäisveden energiankulutus, joka on 2356kWh eli 752 kg CO₂-ekv. Oletuksena on, että kaikki linjastolla pullotettavat juomat kuluttavat yhtä paljon energiaa. KHK-päästöt toiminnallista yksikköä kohden saadaan laskemalla 0,5 litran kivennäisveden suhde koko kivennäisveden volyymiin, jolloin tulokseksi tulee 0,1345 g CO₂-ekvivalenttia. Mutta tämäkin siis sisältyy jo laskelmaan.

Taulukko 13. Pullotuksesta syntyvät KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Pullotuksen aiheuttamat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
0,1345	Hartwall; Myllymaa ym. 2006

Helsingin kiinteistön osuus

Helsingin pääkonttori kulutti sähköä vuonna 2010 yhteensä 240216 kWh. Lasken ensin 0,5 litran kivennäisveden elinkaaren aikaisen kokonaisenergiakulutuksen tuotettujen litrojen perusteella ja kohdistan energian kulutuksen sen jälkeen toiminnallista yksikköä kohden. Koko 0,5 litran kivennäisveden energian kulutukseksi tuli 2402 kWh eli noin 1 % koko pääkonttorin energian kulutuksesta. Toiminnallisen yksikön osuudeksi tuli näin ollen 0,000429kWh eli 0,14 g CO₂-ekvivalenttia.

Taulukko 14. Helsingin pääkonttorin aiheuttamat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Helsingin pääkonttorin aiheuttamat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
0,14	Hartwall; Myllymaa ym. 2006

Jakelulogistiikka

Logistiikan osalta tuotteen varastoinnin ja keräilyn osuudeksi tulee 3,71 g CO₂-ekvivalenttia per toiminnallinen yksikkö. Tämä perustui Hartwallin energiainsinöörin arvioon sisäisen logistiikan kokonaissähkön kulutuksesta, jonka hän siis arvioi olevan 35 % tehtaan koko energian kulutuksesta ja puolet tästä hän arvioi valmiin tuotteen logistiikan osuudeksi, kun se lähtee pullottamosta eteenpäin. Tässä samassa suhteessa laskin 0,5 litran kivennäisveden varastoinnin ja keräilyn osuuden.

Taulukko 15. Valmiin tuotteen varastoinnin ja keräilyn aiheuttamat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Valmiin tuotteen varastoinnin ja keräilyn aiheuttamat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
3,71	Hartwall; Myllymaa ym. 2006

Kuljetuksen keskimääräispäästö per litra oli 29 g CO₂-ekvivalenttia, joten toiminnallisen yksikön KHK-päästökseksi tulee 14,5 g CO₂-ekvivalenttia. Tähän lukuun sisältyy siirtokuljetukset terminaaleihin, tuotteen jakelu loppumyyntipisteeseen, tyhjien pullosäkkien vienti kierrätyspisteisiin ja tyhjien lavojen ja levyjen tuonti takaisin tehtaalles.

Taulukko 16. Tuotteen jakelun aiheuttamat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Tuotteen jakelusta aiheutuvat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
14,5	Hartwall; Lipasto 2010

Hävikki ja jätteet

Hävikkiä raaka-aineiden tai itse tuotteen osalta syntyy todella vähän. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 17) on keskimääräiset hävikit vuositasonalla. Toiminnallista yksikköä kohden muunnettuna alla olevat luvut ovat niin pieniä, gramman kymmenyksiä ja sadasosia, että ne tuskin aiheuttavat merkittäviä KHK-päästöjä. Hiilidioksidin hävikistä en saanut tietoa, mutta oletan sen olevan hyvin pieni.

Taulukko 17. Raaka-aineiden keskimääräinen hävikki vuodessa.

Raaka-aine	Hävikki vuodessa	Lähde
Magnesiumkloridi	3 %	Hartwall
Kaliumbikarbonaatti	3 %	Hartwall
Preformit	1,5 %	Hartwall
Etiketit	0,5 %	Hartwall
Korkit	0,5 %	Hartwall

Ainoa varsinainen jäte, jota kivennäisveden valmistuksessa syntyy, on linjastojen pesuvesi. Pesuvetenä käytetään talousvettä, joka on siis eri vettä kuin juoman valmistuksessa käytettävä vesi. Linjastojen pesuvesi johdetaan veden neutralisointilaitokselle, joka puhdistaa veden. Pesuvesi on jätevettä ja Tenhusen ym. (2000) mukaan yksi kuutio jätevettä aiheuttaa KHK-päästöjä 470,77 g CO₂-ekv. Jätevettä syntyi Hartwallin Lahden tehtaalla vuonna 2010 yhteensä 422118 m³. Näin ollen KHK-päästöksi per toiminnallinen yksikkö tulee 0,34 g CO₂-ekvivalenttia.

Taulukko 18. Jäteveden käsittelystä aiheutuvat KHK-päästöt.

Jäteveden käsittelystä aiheutuvat KHK-päästöt g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
0,34	Hartwall; Tenhunen ym. 2000

Pullojen kierrätyksen hyvittäminen

Hyvitän 0,5 litran muovipullon kierrätyksen Palpan (2011c) tilastojen perusteella. Kaikkien pantillisten pullojen kierrätysaste vuonna 2010 oli 92 %. Näin ollen kierrätyksen hyvitys per toiminnallinen yksikkö on 3,682 g CO₂-ekvivalenttia.

Taulukko 19. Pullon kierrätyksen hyvittäminen per toiminnallinen yksikkö.

Pullon kierrätyksen hyvitys g CO ₂ -ekv. per toiminnallinen yksikkö	Tiedon lähde
3,682	Palpa 2011c

6.3 KHK-päästöjen vaikutusarviointi

ISO 14044 (2006) standardi määrittelee vaikutusarvioinnin seuraavalla tavalla: ”*Se on elinkaariarvioinnin vaihe, jossa pyritään ymmärtämään ja arvioimaan tuotantosysteemin potentiaalisten ympäristövaikutusten laajuus ja tärkeys.*” Käytännössä vaikutusarvioinnissa siis lasketaan inventaarioanalyysin tulokset ja saadaan arvio tuotteen elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista toiminnallista yksikköä kohden. Vaikutusarviointi etenee neljän eri vaiheen läpi, jotka ovat vaikutusluokan valinta ja luokittelu, vaikutusluokkaan liittyvän yhteisen mittayksikön määrittäminen sekä näiden mittayksiköiden normalisointia tai painottaminen. (ILCD, 2010a, 116-281; Rebitzer ym. 2004, 704.)

Vaikutusluokkia on tässä tutkimuksessa yksi ja se on kaikkialla samanlainen eli ilmakehä. Mittayksikkönä on CO₂-ekvivalentti, joka on kasvihuonekaasuista käytettävä yhteinen määre, jonka avulla hiilijalanjälki ilmaistaan. Sitä käytetään kuvattaessa kasvihuonekaasujen yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta. (IPCC, 2007, 36; Edwards-Jones ym. 2009a, 479.) Mittayksiköiden normalisointi tai painottamista en tee, sillä tutkimuksen tavoitteena ei ole vertailla eri vaikutusluokkia tai vaihtoehtoisia tuotteita keskenään. Esittelen seuraavaksi elinkaaren eri vaiheiden tulokset toiminnallista yksikköä eli valmista 0,5 litran kivennäisvesipulloa kohden ja lasken ne lopuksi yhteen.

Raaka-aineiden valmistus ja kuljetus

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 20) on raaka-aineiden valmistuksesta ja kuljetuksesta aiheutuneet KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö. Olen eritellyt toiminnot mahdollisimman tarkasti päästöjen aiheuttajien tunnistamiseksi. Etikettien ja hiilihapon osalta en saanut eriteltyä tietoa valmistuksesta ja kuljetuksesta vaan suoran päästöarvon, johon nämä toiminnot sisältyivät.

Taulukko 20. Raaka-aineiden valmistuksesta ja kuljetuksesta aiheutuvat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Raaka-aineiden valmistus ja kuljetus	g CO₂ -ekv.	Tiedon lähde
Veden pumppaus	0,1417248	Hartwall; Myllymaa ym. 2006
Kivennäisaineiden valmistus	1,7	Plastics Europe, 2005
Kivennäisaineiden kuljetus	0,000065	Hartwall; Lipasto, 2010
Preformien valmistus	0,0516	Plastics Europe, 2010
Preformien kuljetus	0,000272	Hartwall; Lipasto, 2010
Korkkien valmistus	2,49	Hartwall
Korkkien kuljetus	0,000003	Hartwall; Lipasto, 2010
Etikettien valmistus ja kuljetus	1,46	Hartwall; Lipasto, 2010
Hiilihapon valmistus ja kuljetus	0,06	Hartwall; Lipasto, 2010
Yhteensä	5,9036648	

Raaka-aineiden valmistuksen ja kuljetuksen yhteispäästöksi muodostui 5,9036648 g CO₂-ekvivalenttia toiminnallista yksikköä kohden. Suurimmat KHK-päästöt syntyivät kivennäisaineiden ja korkkien valmistuksesta sekä etikettien valmistuksesta ja kuljetuksesta.

Juoman valmistaminen

Juoman valmistuksen kohdalla toimintojen eriyttäminen oli hankalaa prosessien monimutkaisuuden ja suuren tuotemäärän vuoksi. Koko tehtaan KHK-päästöt, jotka ovat siis 21,2 g CO₂-ekv. per toiminnallinen yksikkö, perustuu suoraan tehtaan energiankulutukseen, johon myös juoman valmistus kuuluu. Juoman valmistuksen osuus on tästä 17,83 g CO₂ -ekv.

Taulukko 21. Juoman valmistuksen aiheuttamat KHK-päästöt per toiminnallinen yksikkö.

Juoman valmistaminen	g CO₂ -ekv.	Tiedon lähde
Materiaalien logistiikka	3,71	Hartwall
Tehtaan muu osuus	13,6455	Hartwall & Myllymaa ym. 2006
Juoman pullotus	0,1345	Hartwall
Jäteveden käsittely	0,34	Tenhunen ym. 2000
Yhteensä	17,83	

Yllä olevassa taulukossa (Taulukko 21) on juoman valmistuksen aiheuttamat KHK-päästöt. Pullotuksen KHK-päästöt perustuvat koko linjan energiankulutuksesta saatuihin

tietoihin, mutta materiaalien logistiikan osuus on energiainsinöörin arvio. Toki tämä arvio ei muuta kivennäisveden kokonaishiilijalanjälkeä, mutta se on huomioitava tutkittaessa suurimpia KHK-päästöjen aiheuttajia. Suurimmat KHK-päästöt aiheutuvat tehtaan muusta osuudesta, johon kuuluvat muun muassa siirapin valmistus ja tehtaan yleistoiminnot (valaistus, ilmastointi, lämmitys). Jäteveden käsittely aiheuttaa verraten pienet päästöt.

Jakelulogistiikka

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 22) on logistiikasta aiheutuvat KHK-päästöt. Tähän sisältyy valmiin tuotteen varastointi ja keräily sekä tuotteen jakelu loppumyyntipisteeseen. Tuotteen varastoinnin ja keräilyn KHK-päästöt perustuvat energiainsinöörin tekemään arvioon, mutta se ei vaikuta kokonaishiilijalanjäljen oikeellisuuteen, vaan päästöjen jakautumiseen eri toimintojen kesken.

Taulukko 22. Logistiikan aiheuttamat KHK-päästöt

Logistiikka	g CO ₂ -ekv.	Tiedon lähde
Tuotteen varastointi ja keräily	3,71	Hartwall
Tuotteen jakelu loppumyyntipisteeseen	14,5	Hartwall & Lipasto, 2010
Yhteensä	18,21	

Kierrätys

Kierrätyksen hyvittäminen vähentää hiilijalanjälkeä 3,682 g CO₂-ekvivalenttia. Vähennys on tehty Palpan (2011c) tilastojen perusteella.

Taulukko 23. Kierrätyksen hyvittäminen hiilijalanjälkilaskelmassa

Kierrätys	g CO ₂ -ekv.	Tiedon lähde
Kierrätyksen hyvitys	3,682	Palpa 2011c
Yhteensä		

Yhteensä

Yhteensä 0,5 litran hiilihapollisen kivennäisveden arvioituksi KHK-päästöiksi muodostui siis 38,4016648 g CO₂-ekvivalenttia. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 24) on vielä eriteltynä KHK-päästöt toiminnoittain. Olen rengastanut taulukkoon viisi suurinta KHK-päästöjen aiheuttajaa.

Toiminto	g CO ₂ –ekv.	Tiedon lähde
Veden pumppaus	0,1417248	Hartwall & Myllymaa ym. 2006
Kivennäisaineiden valmistus	1,7	Plastics Europe, 2005
Kivennäisaineiden kuljetus	0,000065	Hartwall & Lipasto, 2010
Preformien valmistus	0,0516	Plastics Europe, 2010
Preformien kuljetus	0,000272	Hartwall & Lipasto, 2010
Korkkien valmistus	2,49	Hartwall
Korkkien kuljetus	0,000003	Hartwall & Lipasto, 2010
Etikettien valmistus ja kuljetus	1,46	Hartwall
Hiilihapon valmistus ja kuljetus	0,06	Hartwall
Materiaalien logistiikka	3,71	Hartwall
Tehtaan osuus	13,6455	Hartwall & Myllymaa ym. 2006
Juoman pullotus	0,1345	Hartwall
Tuotteen varastointi ja keräily	3,71	Hartwall
Tuotteen jakelu	14,5	Hartwall & Lipasto, 2010
Jäteveden käsittely	0,34	Tenhunen ym. 2000
Helsingin pääkonttorin osuus	0,14	Hartwall & Myllymaa ym. 2006
Kierrätyksen hyvitys	-3,682	Palpa 2011c
Yhteensä	38,4016648	

Suurimmat KHK-päästöt syntyivät tehtaalla ja tuotteen jakelusta kuten taulukosta 24 nähdään. Seuraavaksi kappaleessa 6.4 tarkastelen tuloksia ja niiden taustalla olevia oletuksia sekä prosesseja tarkemmin.

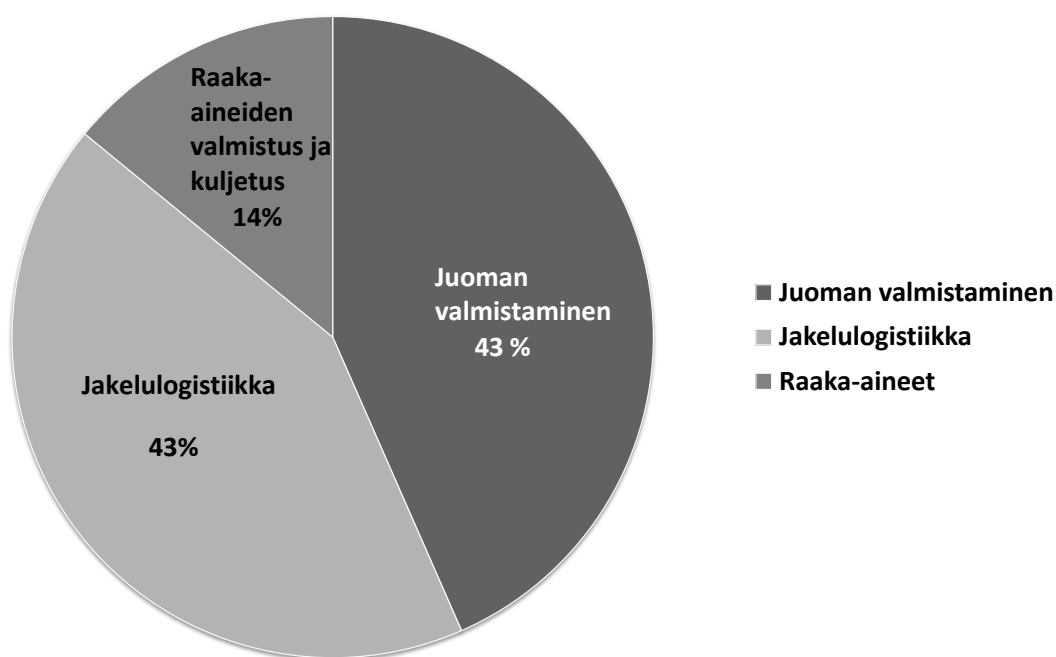
6.4 Tulokset

Elinkaariarvioinnin viimeinen vaihe on tulosten tulkinta. Tuloksia tulkittaessa tunnistetaan elinkaariarvioinnin tärkeimmät prosessit, oletukset ja elinkaaren vaiheet, jotka aiheuttavat päästöjä. Näitä prosesseja vertailemalla identifioidaan suurimmat päästön aiheuttajat ja päästään lopputulokseen. (Rebitzer ym. 2004, 704; ILCD, 2010a, 285.) Tutkielman tavoitteena oli ensinnäkin tutkia, mikä on pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälki lähteestä tehtaalle ja sieltä loppumyyntipisteeseen asti sekä toisekseen saada käsitys pullotetun kivennäisveden elinkaaren eri vaiheiden kuormittavuuksista ja vertailla osuuksia keskenään. Käyn seuraavaksi läpi tutkielman tulokset ja niihin liittyvät tärkeimmät prosessit sekä taustaoletukset.

6.4.1 KHK -päästöjen osuudet elinkaaren eri vaiheissa

Tuloksia tulkitaan elinkaariarvioinnin jokainen vaihe huomioiden ja niitä arvioidaan alussa asetettujen tavoitteiden näkökulmasta. Myös tulosten sovellustarkoitus otetaan tulkittaessa huomioon. Tulosten tulkinnalla on kaksi toisistaan poikkeavaa päätarkoitusta. Ensinnäkin elinkaariarvioinnin jokaisessa vaiheessa tapahtuvan tulosten tulkinnan tehtävänä on parantaa inventaarioanalyysissä syntynyttä mallia, jotta päästäisiin tutkimuksen tavoitteisiin. Toisaalta, jos mallin parantamiseen ei ole enää tarvetta tuloksia tulkittaessa, silloin tulkintavaiheessa yksinkertaisesti tehdään tutkimukseen perustuvat kestävät johtopäätökset ja mahdolliset suositukset. (ILCD, 2010a, 285.)

Alla olevaan kuvioon (Kuvio 10) olen jakanut tulokset kolmeen osaan: raaka-aineiden valmistus ja kuljetus, juoman valmistaminen ja jakelu loppumyyntipisteisiin.

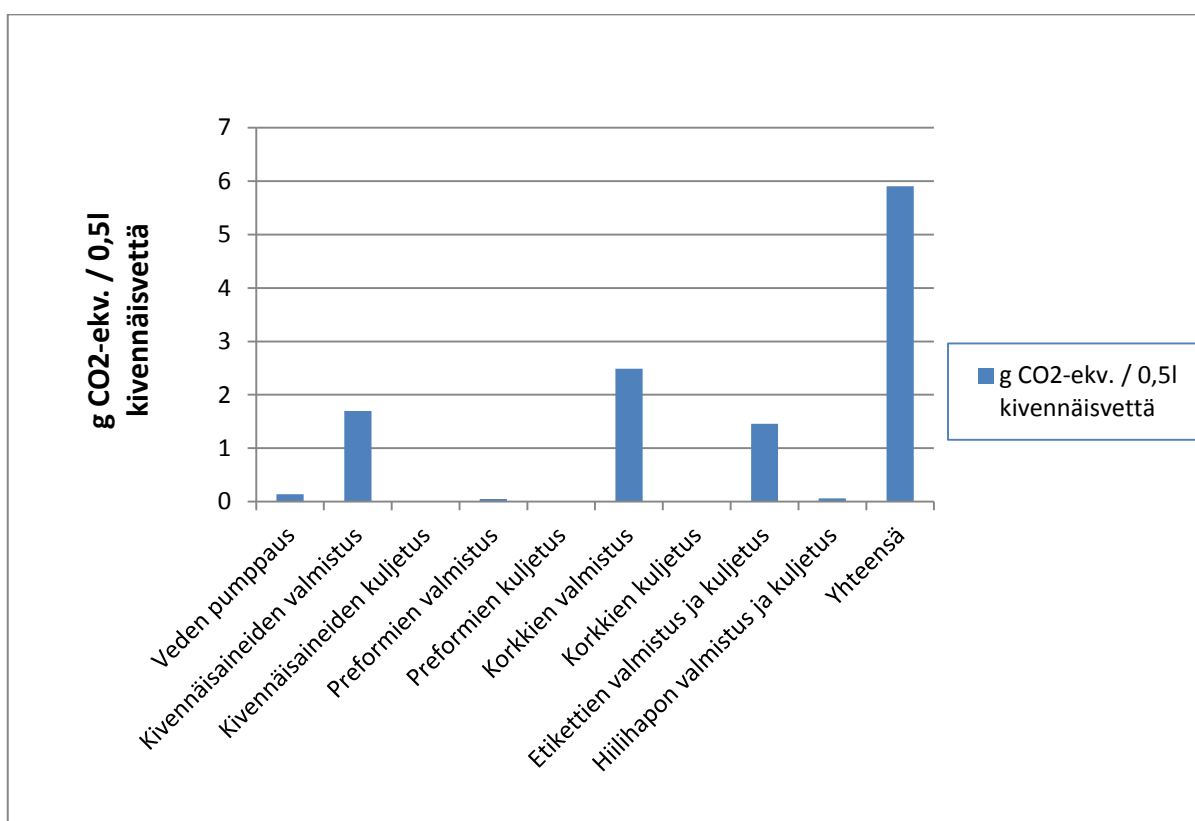


Kuvio 10. KHK-päästöjen jakautuminen elinkaaren eri vaiheiden kesken.

Käsittelen seuraavaksi nämä elinkaaren vaiheet yksitellen läpi ja pyrin tunnistamaan niihin liittyvät tärkeimmät prosessit ja oletukset.

Raaka-aineiden valmistus ja kuljetus

Raaka-aineiden valmistus ja kuljetus aiheuttivat siis 14 % (5,9036648 CO₂-ekv.) koko pullotetun kivennäisveden KHK-päästöistä. Suurimmat päästöt syntyivät kivennäisaineiden ja korkkien valmistuksesta sekä etikettien valmistuksesta ja kuljetuksesta, kuten alla olevasta (Taulukko 25) nähdään. Kivennäisaineiden valmistuksessa tiedon puute aiheutti ongelman ja jouduin turvautumaan Plastics Europe-tietokannan (2005) tietoihin suolan valmistuksesta. Tietojen oikeellisuutta on hankalaa arvioida, mutta tietojen oikeellisuutta tukeese, että suolan ja kivennäisaineiden valmistusprosesseissa on yhtäläisyyksiä.



Taulukko 25. Raaka-aineiden valmistuksesta ja kuljetuksesta syntyvät KHK-päästöt.

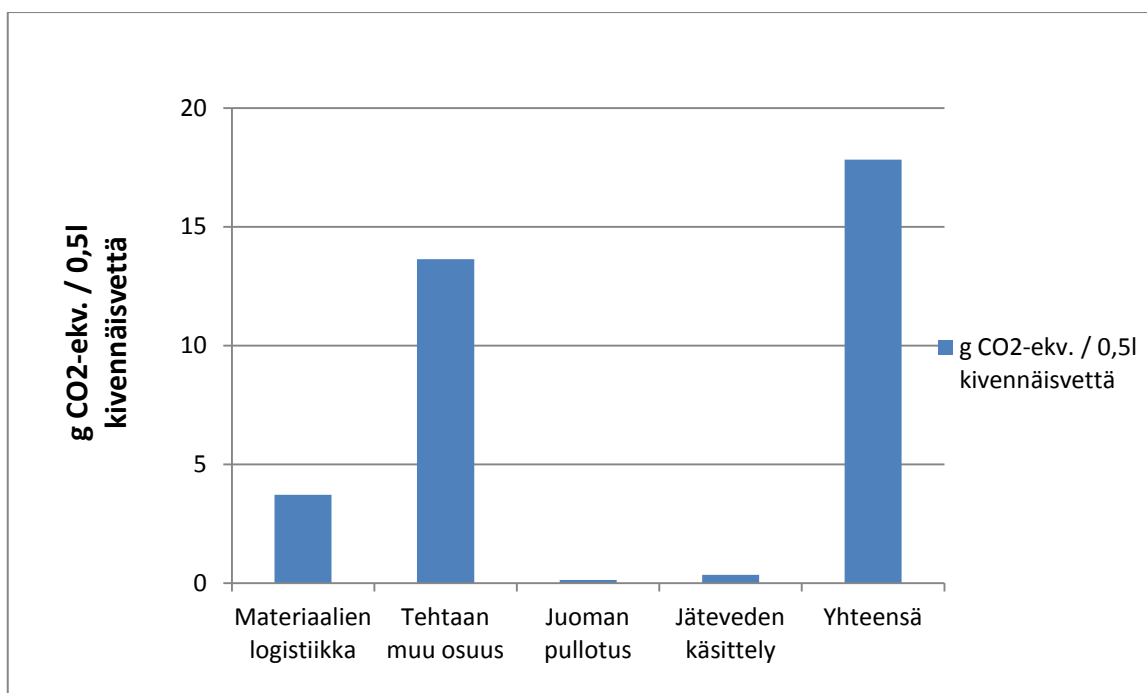
Muista raaka-aineista vesi, preformit ja hiilihapo eivät sen sijaan aiheuta suuria KHK-päästöjä. Veden osalta jouduin puutteellisen tiedon vuoksi oletamaan pumpun pumpppaavan jatkuvasti täydellä teholla, mikä ei todellisuudessa pidä paikkaansa. Tämän lisäksi käytin veden kulutuskertoimena yleiskerrointa kolme per toiminnallinen yksikkö, vaikka todellisuudessa veden kulutus ei ole näin suurta valmistettaessa kivennäisvettä. Näistä kahdesta yläkanttiin tehdystä oletuksesta huolimatta pumpppauksen aiheuttamat KHK-päästöt olivat verrattain pienet. Preformien osalta tulosten oikeellisuutta tukee se,

että Plastics Europe-tietokannasta (2010) saadut KHK-päästöt on laskettu, suuren raaka-ainemäärän, 1,7 miljoonan PET-muovitonnin valmistuksen pohjalta. Hiilihapon pieniin KHK-päästöihin vaikuttaa se, että puolet hiilihaposta saadaan talteen omista käymisprosesseista.

Myös kuljetusten KHK-päästöt olivat suhteellisen pienet. Kuljetuksiin liittyen tärkeimpänä oletuksena oli, että kaikki raaka-aineet tuodaan tilavuudellisesti täysinä rekkoina, mikä myös pääsääntöisesti pitää paikkansa. Joskus toki voidaan tilata yksittäinen pienempi erä jotain raaka-ainetta, mutta tämä on harvinaista. Energian suhteen oletin, että kaikki energia, jonka muunsin, vastasi KHK-päästöiltään Suomen keskimääräisiä sähköntuotannon päästöjä. Todellisuudessa sähköntuotannon päästöt vaihtelivat suuresti toiminnosta (vrt. korkin valmistus ja juoman valmistus) riippuen.

Juoman valmistaminen

Juoman valmistaminen aiheutti 43 % (17,83 CO₂-ekv.) koko pullotetun kivennäisveden KHK-päästöistä. Suurimmat päästöt aiheutuivat tehtaan muusta osuudesta (Taulukko 26), johon sisältyvät muun muassa ilmastointi, lämmitys, valaistus, veden käsittely, siirapin valmistus, itse juoman sekoittaminen ja linjastojen pesut. Näiden toimintojen energian kulutuksesta ei ollut yksityiskohtaista tietoa tai tiedon eriyttäminen ja kerääminen oli hankalaa, kuten linjastojen pesun kohdalla. Esimerkiksi veden käsittelyn, siirapin valmistuksen tai juoman sekoittamisen kohdalla erilaisten koneiden ja prosessien määrä on suuri, joten tarkan tiedon kerääminen vaatisi laitekohtaisia tietoja energiankulutuksesta, jotta KHK-päästöt pystyttäisiin tarkasti laskemaan. Tämä johtikin siihen, että jouduin oletamaan kaikkien tehtaalla valmistettavien juomien vievän saman verran energiaa, mikä ei todellisuudessa pidä paikkaansa. Esimerkiksi oluen valmistuksen prosessi on jo pelkästään ajallisesti pidempi ja näin ollen energiaa kuluttavampi kuin kivennäisveden.

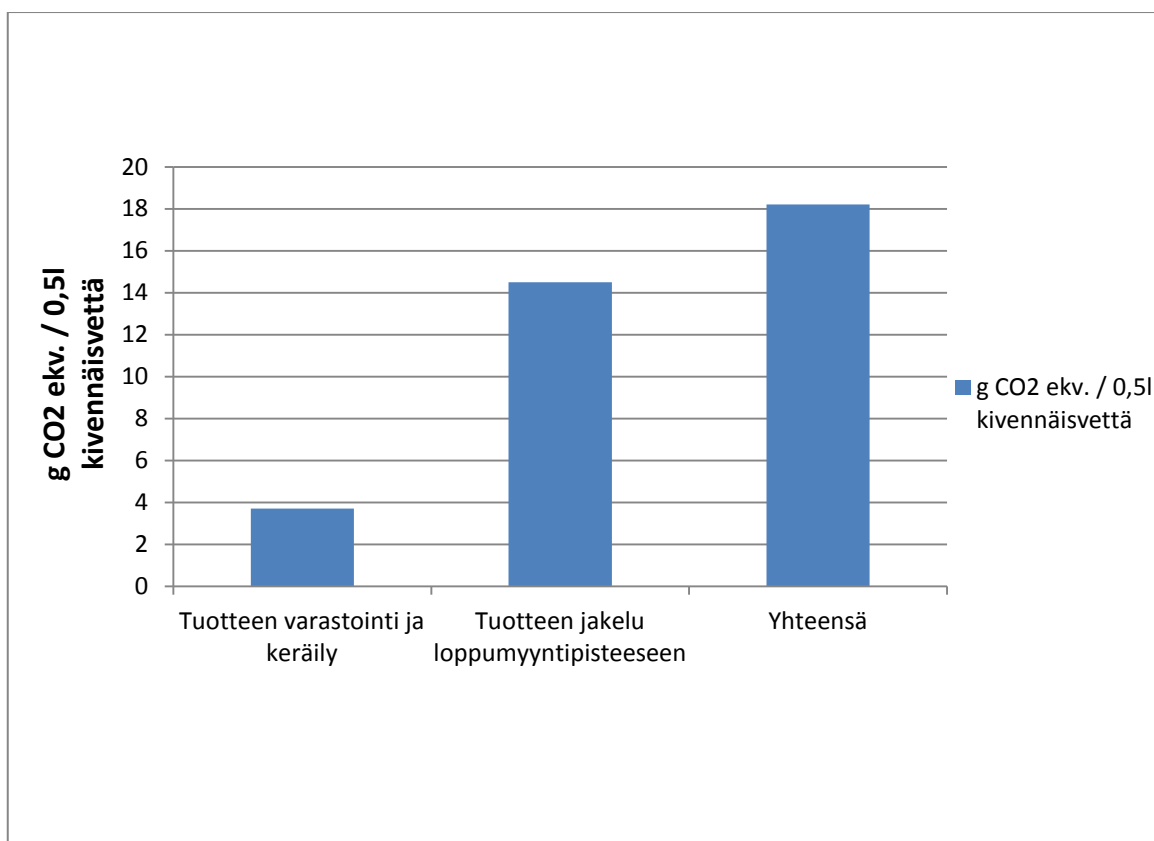


Taulukko 26. Juoman valmistuksesta syntyvät KHK-päästöt

Huomattavaa on, että jäteveden osuus kokonaispäästöistä on todella pieni. Ylipäätään jätettä ja jätevettä syntyy kivennäisveden valmistuksessa erittäin vähän. Vaikka oletin, että jätevesi jakautuu tasan kaikkien vuonna 2010 Hartwallilla valmistettujen tuotteiden kesken, todellisuudessa jätevettä syntyy huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi oluen valmistuksessa. Myös juoman pullotuksesta aiheutuvat KHK-päästöt ovat pienet. Materiaalien logistiikka aiheutti jonkin verran KHK-päästöjä, mutta tämä perustui energiainsinöörin tekemään arvioon, kuten aiemmin totesinkin.

Jakelulogistiikka

Logistiikka aiheutti 43 % (18,21 CO₂-ekv.) pullotetun kivennäisveden KHK-päästöistä. Suurimmat päästöt syntyivät tuotteen jakelusta (Taulukko 27). Merkittävin oletus tässä oli, että kaikki kivennäisvesi toimitetaan täysinä lavoina. Todellisuudessa toimituksia tehdään myös levyittäin, koska kuormien suuruus vaihtelee päivittäin. Kivennäisveden päästöjen kohdistaminen levyittäin tai pulloittain on kuitenkin mahdotonta suuren tuotemäärän vuoksi.

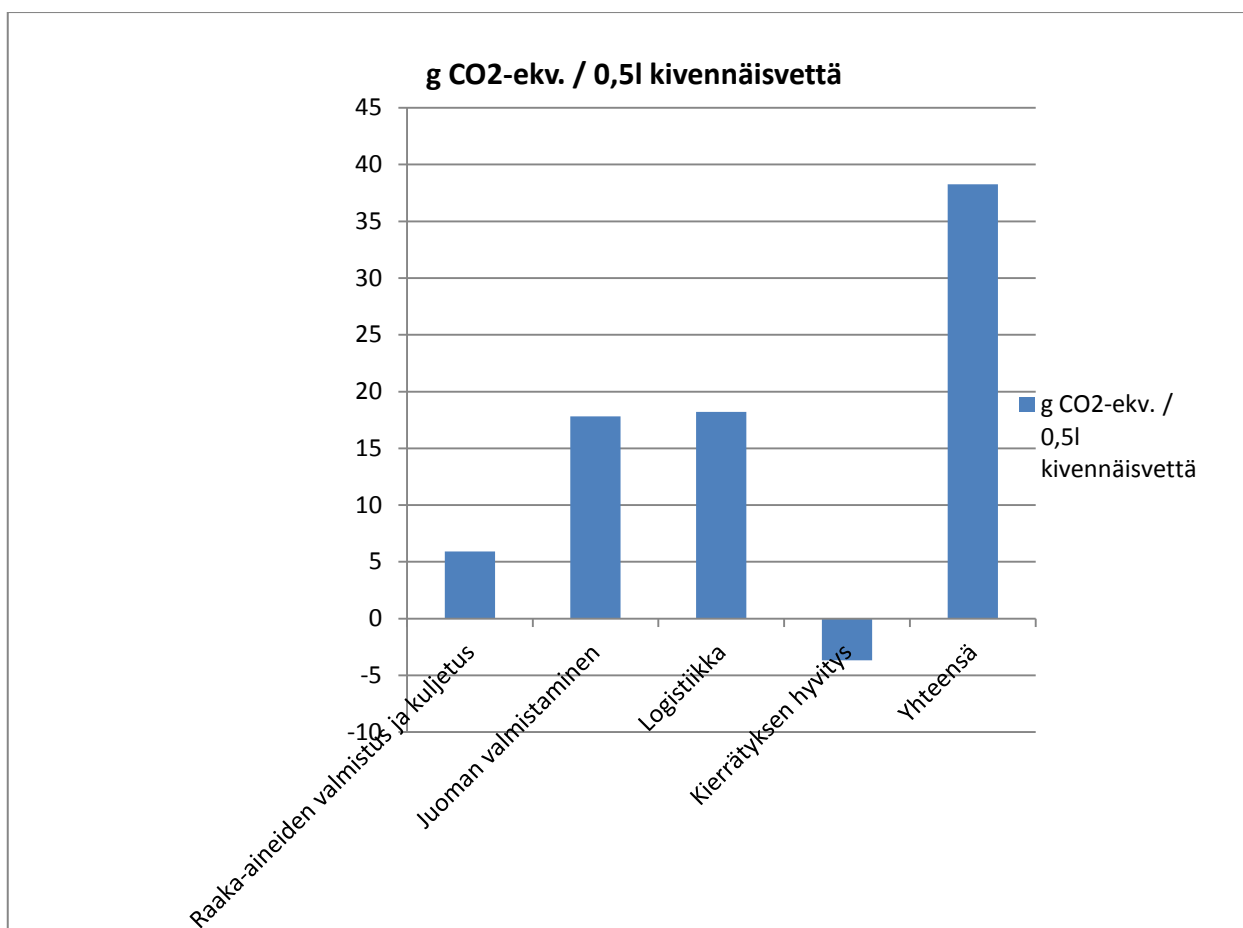


Taulukko 27. Logistiikasta syntyvät KHK-päästöt.

Tuotteen varastoinnin ja keräilyn aiheuttamat päästöt olivat samansuuruiset kuin materiaalien logistiikan ja perustuivat energiainsinöörin tekemään arvioon. Seuraavaksi tarkastelen päästöjä vaiheittain ja vertailen näitä osuuksia keskenään.

Yhteensä

Yhteensä 0,5 litraa pullotettua kivennäisvettä aiheutti KHK-päästöjä 42,08 g CO₂-ekvivalenttia ennen kierrätyksen huomioimista. Hyvittämällä kierrätyksen avulla säästyvät KHK-päästöt (-3,682 g CO₂-ekv.) Palpan (2011c) tilastojen perusteella KHK-päästökseksi per toiminnallinen yksikkö tulee 38,40 g CO₂-ekvivalenttia kuten alla olevasta taulukosta nähdään (Taulukko 28).



Taulukko 28. Pullotetun kivennäisveden aiheuttamat KHK-päästöt elinkaaren eri vaiheissa.

Eri vaiheita vertailtaessa juoman valmistaminen ja logistiikka aiheuttivat suurimmat KHK-päästöt. Niiden aiheuttamat päästöt olivat keskenään lähes yhtä suuret. Juoman valmistamisen kohdalla osaprosesseihin olisi syvennyttävä tarkemmin, jotta saataisiin spesifimpää tietoa ja pystyttäisiin tarkemmin tunnistamaan suurimmat KHK-päästöjen aiheuttajat. Logistiikassa suurin päästön aiheuttaja oli jakelu. Raaka-aineiden valmistus ja kuljetus sen sijaan aiheuttivat pienimmät päästöt. Vaikka osa raaka-aineista hankitaan Latviasta ja Saksasta, suuret tilauserät johtavat verrattain pieniin KHK-päästöihin esimerkiksi kuljetusten osalta.

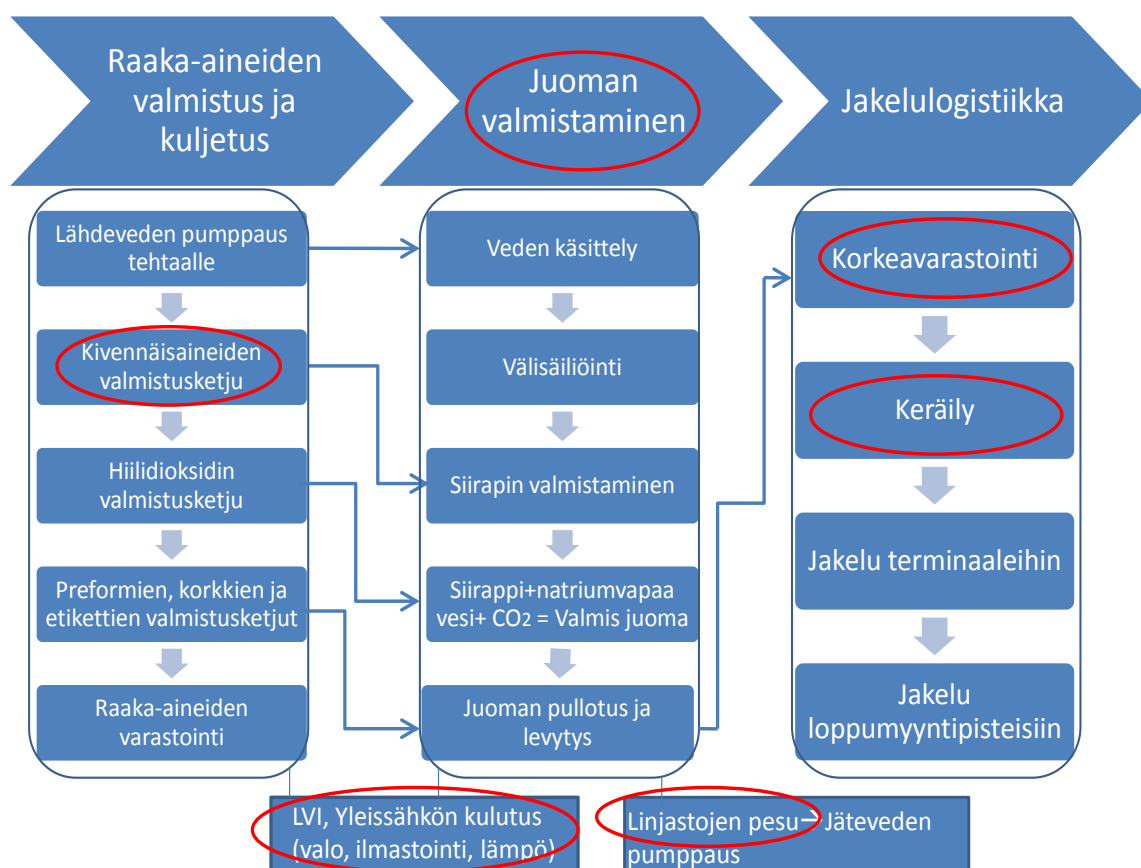
7 Johtopäätökset

Tutkielman tavoitteena oli määrittää 0,5 litran Hartwall Novelle maustamattoman kivennäisveden hiilijalanjälki lähteestä tuotteen loppumyyntipisteeseen sekä saada käsitys tuotteen elinkaaren aikaisista KHK-päästöistä ja vertailla näitä osuuksia keskenään. Tunnistamalla suurimmat päästöjen aiheuttajat oli tarkoitus luoda mahdollisuus niiden minimoimiseksi. KHK-päästöiksi toiminnallista yksikköä kohden tuli 38,40 g CO₂-ekvivalenttia. Jaoin KHK-päästöt kolmeen eri elinkaaren vaiheeseen: raaka-aineiden valmistukseen ja kuljetukseen, juoman valmistukseen ja logistiikkaan. Vertailemalla ja laskemalla tunnistin suurimmat KHK-päästöjä aiheuttavat elinkaaren vaiheet, jotka olivat juoman valmistaminen ja logistiikka.

Juoman valmistuksen osalta selkeä johtopäätös on, että siihen liittyvistä prosesseista tarvitaan tarkempaa tietoa, jotta hiilijalanjälki saadaan luotettavasti laskettua. Seuraavassa on eriteltyä juoman valmistukseen liittyviä prosesseja, joiden tarkkoja KHK-päästöjä ei pystytä laskemaan joko tiedon puuttumisen tai sen oikein kohdistamisen hankaluuden vuoksi:

- Juoman valmistaminen
 - ilmastointi
 - lämmitys
 - valaistus
 - juoman valmistaminen
 - linjastojen pesut

Jos esimerkiksi ilmastointi ja valaistus haluttaisiin kohdistaa muutoin kuin tuotettujen litrojen suhteessa, täytyisi tietää tarkasti esimerkiksi kaikkien prosessien läpimenoajat ja varaston kiertonopeus. Alla olevassa kuviossa (kuvio 11) on vielä rengastettuna prosessit, joista tarvitaan spesifimpää tietoa hiilijalanjäljen laskemiseksi.



Kuvio 11. Kivennäisveden elinkaaren aikaiset prosessit, joista tarvitaan lisätietoa tarkempaa hiilijalanjälkilaskelmaa varten.

Logistiikan osalta jakelu aiheutti suurimmat KHK-päästöt ja jakelu oli myös suurin yksittäinen päästöjen aiheuttaja koko kivennäisveden elinkaaren aikana. Jakelun KHK-päästöjen pienentäminen on haastavaa jo pelkästään maantieteellisistä syistä. Vaikutusmahdollisuudet päästöjen pienentämiseen jakelun osalta ovat muun muassa kuormien ajaminen täysinä sekä tehokas jakelureittien suunnittelu, jotka Hartwallilla jo osittain toteutuvatkin. Tuotteiden varastoinnin ja keräilyn osalta tarvittaisiin lisää informaatiota, jotta varaston kiertonopeuden perusteella voitaisiin kohdistaa oikea määrä KHK-päästöjä yksittäistä tuotetta kohti.

Se, että suurimmat KHK-päästöt syntyivät juoman valmistuksesta ja logistiikasta oli hieman yllättävää, sillä oletin ennen tutkimusta, että esimerkiksi raaka-aineiden hankinta ja erityisesti muovi aiheuttaisivat suuremmat KHK-päästöt. Mutta raaka-aineiden valmistus ja hankinta, muovit (preformi, korkki, etiketti) mukaan lukien, aiheuttivat pienemmät KHK-päästöt kuin juoman valmistus ja logistiikka.

Tutkielman tulosta arvioitaessa on huomattava, että se on suuntaa antava, sillä jouduin tekemään paljon oletuksia muun muassa niiden prosessien suhteen, jotka aiheuttivat suurimmat KHK-päästöt. Näin ollen tiedon kohdentamisen tarkkuus kärsi. Nyt esimerkiksi tehtaan muu osuus aiheutti lähes puolet hiilijalanjäljestä (13,6455 CO₂-ekv.), mutta se, kuinka päästöt jakautuivat eri prosessien kesken, jäi hieman epäselväksi. Päästöjen tarkempi identifioiminen vaatisi todella yksityiskohtaista tietoa laitteista ja prosesseista. Tarkkojen laskelmien tekeminen on mittava työ ja esimerkiksi Fazer Oy:n (2011) tekemässä hiilijalanjälkitutkimuksessa oli 177 kaavaa ja 1536 muuttujaa. Näin ollen Pro Gradu-tutkielman puitteissa ei ole edes tarkoituksenmukaista pyrkiä samaan tarkkuuteen.

Toisaalta nyt on tiedossa, mistä elinkaaren vaiheista (juoman valmistus ja tuotteen jakelu) suurimmat KHK-päästöt muodostuvat ja mistä prosesseista (ilmastointi, lämmitys, valaistus, veden käsittely, siirapin valmistus, itse juoman sekoittaminen, linjastojen pesut, varastointi ja keräily) ei ole riittävän tarkkaa tietoa tai tiedon kerääminen ja kohdistaminen on hankalaa. Toisin sanoen on tiedossa, mistä päästöt aiheutuvat ja päästöistä on osittain saatavilla informaatiotakin, mutta haasteena on informaation pilkkominen pienempiin osiin ja kohdentaminen oikein.

Näin ollen tutkielmasta saatua tietoa voidaan hyödyntää lähtemällä tutkimaan edellä mainittuja prosesseja tarkemmin. Tutkielma antaakin hyvän perustan laajemmalle, esimerkiksi koko yritystä koskevalle hiilijalanjälkitutkimukselle. Ylipäätään tutkimuksen voidaan todeta lisänneen informaatiota hiilijalanjäljestä juomasektorilla, sillä esimerkiksi virvoitusjuomien osalta hiilijalanjälkitutkimuksia ei Suomessa ainakaan vielä ole tehty.

Liiketoiminnan näkökulmasta Hartwallin olisi mahdollista hyödyntää hiilijalanjälkeä esimerkiksi pakkausmerkinnöissä tai muussa markkinoinnissa kommunikoimalla siitä selkeästi kuluttajille. Tässä suurimpana haasteena on, kuten hiilijalanjäljen kohdalla ylipäätään se, että sen laskemisesta eikä viestimisestä ole olemassa yhtenäisiä sääntöjä. Näin ollen kilpailevat yritykset voisivat kommunikoida helposti tuotteiden pienemmällä hiilijalanjäljellä kuin Hartwall esimerkiksi rajaamalla tuotteen elinkaaren lyhyemmäksi ja saamalla näin ollen pienemmän hiilijalanjäljen tuotteilleen. Toki yhtenä vaihtoehtona olisi kriteeripohjaisen merkinnän luominen ja sen avulla kommunikoiminen. Tästä voisi saada kilpailuetua ja Hartwall voisi näyttää olevansa edelläkävijä juoma-alalla, koska ainakaan vielä hiilijalanjäljestä ei kommunikoida näkyvästi.

7.1 Tutkielmaan liittyviä rajoituksia ja huomioita

Ehkä tärkein koko tutkimukseen ja tutkimusmenetelmään liittyvä rajoitus on se, että hiilijalanjäljen laskemiseksi ei ole olemassa yhtenäisiä periaatteita. Tämä johtaa siihen, että hiilijalanjälkitutkimukset eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Muun muassa elinkaaren laajuus, kerättävän tiedon laatu ja hiilijalanjälkeen vaikuttavien tekijöiden rajaaminen muuttavat eri tutkimusten tuloksia merkittävästi. Esimerkiksi tässä tutkimuksessa en huomionut ollenkaan tuotteen jälleenmyyjän tai kuluttajana kylmäsäilytyksestä aiheutuvia KHK-päästöjä. Jos ne olisi laskettu mukaan, olisi tulos luonnollisesti suurempi. Tutkimusmenetelmään liittyen merkittävä huomio on myös se, että siinä keskitytään pelkästään yhteen ympäristölliseen vaikutusluokkaan eli ilmastomuutokseen. Toki tämä on tarkoituksenmukaista ilmastomuutosta tutkittaessa, mutta tällöin on mahdollista, että joitain muita ympäristöllisesti merkittäviä alueita tai löydöksiä ei välttämättä huomata. Tästä menetelmän yksipuolisuudesta huolimatta pitäisin silti tärkeämpänä sitä, että hiilijalanjäljelle saataisiin ensin yhtenäiset laskentaperiaatteet ennen kuin sitä aletaan verrata muihin tutkimusmenetelmiin.

Tutkielmassa käytetty tieto on pääasiassa primaaridataa eli se on saatu suoraan tutkittavasta prosessista. Merkittävin puute ensisijaisen tiedon osalta on kivennäisaineissa. Niiden kohdalla en löytänyt dataa ollenkaan ja jouduin turvautumaan suolan elinkaaritietoihin. En kuitenkaan usko tällä olevan suurta vaikutusta lopputulokseen, sillä kivennäisaineiden ja suolan valmistuksessa oli yhtenäisiä prosesseja ja suolan elinkaaritiedot perustuivat luotettavan tietokannan (Plastics Europe) tietoihin. Merkittävämpi huomio tietoon liittyen on sen kohdentaminen. Esimerkiksi tehtaan sisäisten prosessien osalta tiedon kohdentuminen oikein voidaan kyseenalaistaa, sillä materiaalien logistiikan sekä varastoinnin ja keräilyn osalta allokointi perustuu pelkkään arvioon. Tämä ei vähennä kokonaistuloksen luotettavuutta, mutta estää KHK-päästöjen tarkempien aiheuttajien tunnistamisen.

Asioita, jotka jäivät pois laskelman ulkopuolelle, olivat laadun valvontaan liittyvät tuotannon koe-erät ja pesuaineen tuotantoketjusta aiheutuvat KHK-päästöt. Nämä aiheuttavat varmasti jonkin verran päästöjä, mutta esimerkiksi tuotannon koe-erät ovat niin pieniä suhteessa koko vuoden tuotantoon, että niillä tuskin on suurta vaikutusta hiilijalanjälkeen. Pesuaineen tuotantoketjun mahdollisesti aiheuttamia KHK-päästöjä on

vaikea arvioida, koska en saanut niistä tietoa. Seuraavaksi kappaleessa 7.2 vertaan pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälkeä muihin elintarvikkeisiin.

7.2 Pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälki verrattuna muihin elintarvikkeisiin

Jotta pullotetun kivennäisveden hiilijalanjälki saadaan suhteutettua isompaan kokonaisuuteen, on relevanttia verrata sitä muiden elintarvikkeiden hiilijalanjälkiin siitäkin huolimatta, että yhtenäisiä tutkimusmenetelmiä ei ole eivätkä tulokset ole suoranaisesti vertailukelpoisia keskenään. Kivennäisveden hiilijalanjäljeksi tuli siis tässä tutkimuksessa 38,40 CO₂-ekvivalenttia per 0,5 litraa Hartwall Novelle kivennäisvettä. Alla on muista tutkimuksista (Katajajuuri ym. 2003a & 2003b, Voutilainen ym. 2003, Cederberg ym. 2009, Pasqualino ym. 2011, Botto ym. 2011) poimittuja eri elintarvikkeisiin liittyviä hiilijalanjälkiä:

- Emmental-juusto 1300 g CO₂-ekv./100 g
- Kaurahiutale 80 g CO₂-ekv./100 g
- Maito 120 g CO₂-ekv./100 g
- Perunajauho 40 g CO₂-ekv./100 g
- Oluttölkki (pelkkä pakkaus) 826 g CO₂-ekv./0,33 l tölkki
- Elovena-juoma 130g CO₂-ekv./100 g
- Pullotettu hiilihapoton mineraalivesi 0,337 g CO₂-ekv./ 1,5 l

Verrattaessa tutkielman tulosta muihin elintarvikkeisiin voidaan Hartwall Novelle kivennäisveden hiilijalanjäljen todeta olevan melko pieni. Verrattuna kivennäisveden hiilijalanjälkeä maitoon ja Elovena-juomaan on Novelle kivennäisveden hiilijalanjälki monta kertaa pienempi. Mutta verrattaessa sen hiilijalanjälkeä pullotettuun italialaiseen mineraaliveteen on tulos yli satakertainen. Tämä suuri ero johtuu siitä, että Botton ym. (2011) tutkimus, jossa hiilihapotonta mineraalivettä tutkittiin, oli rajattu eri tavalla. Esimerkiksi jakelulogistiikan osuus oli tutkimuksessa olematon, koska Euroopassa tuotteiden jakelu tapahtuu usein kaupan keskusvarastoon, josta kaupat itse jakelevat tuotteet loppumyyntipisteisiin eikä tästä aiheudu tuotteen valmistajalle KHK-päästöjä.

Mitä näistä tuloksista voidaan päätellä? Voidaanko tästä tehdä johtopäätös, että esimerkiksi maitoa ei kannata juoda sen vettä korkeamman hiilijalanjäljen vuoksi? Liiketoiminnan näkökulmasta Hartwall Novelle kivennäisvettä voitaisiin markkinoida monta kertaa ilmastoystävällisempänä kuin maitoa. Toisaalta esimerkiksi kotimaisella hanavedellä olisi todennäköisesti pienempi hiilijalanjälki kuin kivennäisvedellä. Tässä tullaan siihen, että ei ole mielekästä vertailla eri tuoteryhmien välisiä tuotteita massaperusteisesti keskenään, koska niiden ravintoarvot ja käyttötarkoitukset saattavat olla täysin erilaiset. Toisaalta vaikka verrataan oman tutkimukseni tulosta italialaiseen mineraalivesitutkimukseen, tulos on silti yli sata kertaa suurempi, vaikka kyse on saman kategorian tuotteista, mikä kertoo laskennan hankaluudesta.

Tuloksia onkin tällä hetkellä haastava arvioida ja vertailuja eri elintarvikkeiden kesken on ongelmallista tehdä, koska yhtenäistä laskentatapaa hiilijalanjäljelle ei ole. Mutta, vaikka yhtenäistä laskentametodia ei vielä olekaan, niin Edwards-Jones ym. (2009a, 483) nostavat yhdeksi vaihtoehdoksi sen, että kuluttajat jättävät ilmastolle haitallisen tuotteen ostamatta ja etsivät korvaavan tilalle. Tällöin hiilijalanjäljestä tulisi kuluttajalle määräävä tekijä ostopäätöstä tehtäessä sen tieteellisestä puutteellisuudesta huolimatta.

8 Pohdinta

Pullotettua vettä myytiin Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa yli 200 miljardia litraa vuonna 2007 (Gleick & Cooley, 2009, 1), joten ei ole ihme, että sen käytön aiheuttamat ympäristölliset haitat huolestuttavat. Tämä tutkimus kuitenkin mielestäni osaltaan osoitti, että pullotetun kivennäisveden vaikutus ilmastolle on suhteellisen pieni. Hartwall Novelle maustamattoman 0,5 litran kivennäisveden KHK-päästöiksi tuli 38,40 g CO₂-ekvivalenttia. Esimerkiksi maidolla tai Elovena-juomalla hiilijalanjälki oli yli kolminkertainen tähän verrattuna. Liiketoiminnan näkökulmasta tässä saattaisi olla mahdollisuus markkinoida kivennäisvettä ilmastoystävällisenä juomana. Vaikka riskinä saattaisi olla hiilijalanjäljen kyseenalaistaminen laskennan hajanaisuuden perusteella, niin näkisin tässä varteenotettavan mahdollisuuden saada kilpailuetua ilmastomuutoskeskustelun jatkuessa.

Hiilijalanjäljen osalta suurimpana haasteena on siis yhtenäisen tutkimusmenetelmän puute. Vaikka kaikkien laskentamallien taustalla on elinkaariarviointi, niin hiilijalanjälkilaskennan yksityiskohdat vaihtelevat, mikä tekee tuloksien vertaamisesta hankalaa ja voi aiheuttaa kuluttajille vääristyneitä käsityksiä eri tuotteiden ilmastollisista vaikutuksista. Myös tuotteiden erilaiset ravintosisällöt tekevät vertailusta monitahoisen. Toisaalta vaikka tuotteiden hiilijalanjäljet olisivatkin luotettavasti tiedossa, niin kuinka korkealle pieni hiilijalanjälki arvostetaan esimerkiksi verrattuna tuotteen laatuun, ravintosisältöön, hintaan, brandiin, alkuperään tai ylipäätään muihin tuotteen valintaan vaikuttaviin tekijöihin? Tätä on vaikea ennustaa, mutta yrityksillä tuskin on varaa olla huomioimatta ilmastomuutosta, kun sen on ennustettu olevan suurin maailman ruoantuotantoon vaikuttava tekijä tulevaisuudessa (MMM, 2010).

Pullotetun kivennäisveden jatkotutkimusta ajatellen tämän tutkimuksen myötä nousi esille useita jatkotutkimustarpeita. Ensinnäkin tarvitaan tarkempaa tietoa siitä, mitkä juoman valmistusprosessin sekä keräilyn ja varastoinnin vaiheet ovat kuormittavimpia KHK-päästöjen kannalta. Toisekseen asia, jonka olin rajannut koko tutkimuksesta ulos, oli tuotteen kylmäsäilytys. Tämä on mielestäni yksi merkittävimmistä jatkotutkimuskohteista, sillä vedet ja virvoitusjuomat on tarkoitettu nautittaviksi kylminä ja kylmälaitteiden energiankulutuksissa on suuria eroja. Kolmanneksi nostaisin jatkotutkimusta ja hiilijalanjäljen tulevaisuutta ajatellen esille mahdollisuuden saada edes alakohtaisesti määritettyä yhtenäiset laskenta- ja kommunikoimistavat hiilijalanjäljelle.

Tällöin tulosten keskinäinen vertailu olisi luotettavaa, mikä taas mahdollistaisi yhtenäisen ja luotettavamman viestinnän kuluttajille muun muassa pakkausmerkintöjen avulla. Jos esimerkiksi Suomessa olisi elintarvikealalla yhtenäiset laskentaperiaatteet hiilijalanjäljelle, minkälaista kilpailuetua siitä voisikaan saada ulkomaisiin elintarvikkeisiin verrattuna? Hiilijalanjäljen laskennalle tarvittaisiin tiukemmat ja konkreettisemmat säännöt, sillä nyt laskentaan ja hiilijalanjäljestä viestimiseen liittyy paljon epämääräisyyttä. Onko esimerkiksi massaperusteinen laskenta riittävä? Kuinka rajaus tulee tarkalleen ottaen suorittaa? Pitäisikö tuotteiden ravintosisällöt huomioida laskennassa? Onko oikein, että kierrätyksen avulla hyvitetään syntyneitä KHK-päästöjä? Kuinka hiilijalanjälki tulisi ilmaista kuluttajille? Juuri tämä laskennan metodiikan soveltamisen väljyys aiheuttaa tulosten erilaisuuden, mikä osaltaan johtaa myös viestinnän sekavuuteen.

On kuitenkin muistettava, että hiilijalanjäljen määrittäminen on vain yksi menetelmä, jolla voidaan ottaa huomioon tuotteen ympäristöllisiä vaikutuksia, ja toisinaan jotkin muut ympäristöön liittyvät seikat, kuten maan happamoituminen tai veden kulutus, voivat olla merkittävämpiä esimerkiksi kestävästä kehityksestä puhuttaessa. Toisaalta on kuitenkin parempi, että elintarvikkeita valmistettaessa käytetään jotain ympäristöön liittyvää mittaria kuin että ei käytettäisi lainkaan, ja hiilijalanjäljen avulla ainakin osa ympäristöstä tulee huomioiduksi. Keskustelu siitä, mikä ympäristöllinen mittari on tärkein tai voiko yksi mittari edes olla riittävä onkin hyvin haastava. Finkbeiner (2009, 93) toteaa kuitenkin hyvin, että vaikka osa elinkaariarvioinnin puristeista ei hyväksykään hiilijalanjälkeä, koska se on ristiriidassa elinkaariarvioinnin kokonaisvaltaisuuden kanssa, tarjoaa hiilijalanjälki organisaatioille ja päättäjille helpon mahdollisuuden lähestyä asioita elinkaariarvioinnin perspektiivistä.

Lähdeluettelo

- Argandoña, A. & von Weltzien Hoivik, H. 2009. Corporate Social Responsibility: One Size Does Not Fit All. Collecting Evidence from Europe. *Journal of Business Ethics*. 89: 221-234
- Babiak, K. & Trendafilova, S. 2011. CSR and environmental responsibility: motives and pressures to adopt green management practices. *Corporate Social - Responsibility and Environmental Management*. 18(1): 11-24
- Bonsi, R., Hammett, A.L. & Smith, B. 2008. Eco-labels and International Trade: Problems and Solutions. *Journal of World Trade*. 42(3): 407-432
- Borin, N., Cerf, D. & Krishnan, R. 2011. Consumer effects of environmental impact in product labeling. *The Journal of Consumer Marketing*. 28(1): 76-86
- Botto, S., Niccolucci, V., Rugani, B., Nicolardi, V., Bastianoni, S. & Gaggi, C. 2011. Towards lower carbon footprint patterns of consumption: The case of drinking water in Italy. *Environmental Science & Policy*. 1-8.
- Brenton, P., Edwards-Jones, G. & Friis-Jensen, M. 2009. Carbon Labelling and Low-income Country Exports: A Review of the Development Issues. *Development Policy Review*. 27(3): 243-267
- Brønn, P. S. & Vidaver-Cohen, D. 2009. Corporate Motives for Social Initiative: Legitimacy, Sustainability, or the Bottom Line? *Journal of Business Ethics*. 87: 91-110
- Burja, V. & Mihalache, S-S. 2010. Corporate Social Responsibility. Example Rosia Montana Gold Corporation. *Series Oeconomica*. Alba Iulia. 12(2): 523-533
- Carbon Fund. 2011. http://www.carbonfund.org/site/business/carbonfree_products/ [WWW-dokumentti]. (Luettu 5.6.2011)
- Carbon Trust. 2010. <http://www.carbon-label.com/the-label/guide-to-the-carbon-reduction-label>. [WWW-dokumentti]. (Luettu 5.6.2011)

Chapas, R., Brandt, V., Kulis, L. & Crawford, K. 2010. Sustainability in R&D. *Research Technology Management*. 53(6): 60-63

Cederberg, C., Flysjö, A., Sonesson, U., Sund, V. & Davis, J. 2009. Greenhouse gas emissions from Swedish consumption of meat, milk and eggs 1990 and 2005. Swedish institute for food and biotechnology. Raportti numero 794.

Chiaramonti, D. & Rechhia, L. 2010. Is life cycle assessment (LCA) a suitable method for quantitative CO₂ saving estimations? the impact of field input on the (LCA) results for a pure vegetable oil chain. *Biomass and Bioenergy*. 34(5): 787-797

Climatop. 2011. The Carbon Label. <http://www.climatop.org/index.php?l=e&p=consumer&p2=label> (Luettu 5.6.2011)

Cooper, T. 2005. Slower Consumption: Reflections on Product Life Spans and the 'Throwaway Society'. *Journal of Industrial Ecology*. 9(1, 2): 51-67

De Pelsmacker, P., Janssens, W., Sterckx, E. & Mielants, C. 2005. Consumer preferences for the marketing of ethically labelled coffee. *International Marketing Review*. 22(5): 512-530

[DEFRA] Department for Environment, Food and Rural Affairs & The Carbon Trust. 2008. Guide to PAS 2050 How to assess the carbon footprint of goods and services. [WWWdokumentti]. <http://www.footprintexpert.com/PCFKB/Lists/kbdocuments/Guide%20to%20PAS%202050.pdf>. (Luettu 27.2.2011)

Drichoutis, A., Panagiotis, L. & Nayga, R. 2006. Consumers' Use of Nutritional Labels: A Review of Research Studies and Issues. *Academy of Marketing Science Review*. 2006: 1-22

E.Leclerc. 2011. Ranskalainen kauppaketju. <http://www.jeconomisemaplanete.fr/> [WWWdokumentti]. (Luettu 5.6.2011)

Edwards-Jones, G., Canals, M., Hounsome, N., Truninger, M., Koerber, G., Hounsome, B., Cross, P., York, E.H., Hospido, A., Plassmann, K., Harris, I., Edwards, R., Day, G.,

Tomos, A., Cowell, S. & Jones, D. 2008. Testing the assertion that 'local food is best': the challenges of an evidence-based approach. *Trends in Food Science & Technology*. 19(5): 265-274

Edwards-Jones, G., Plassmann, K. & Harris, I.M. 2009a. Carbon footprinting of lamb and beef production systems: insights from an empirical analysis of farms in Wales, UK. *The Journal of Agricultural Science*. 147(6): 707-719

Edwards-Jones, G., Plassmann, K., York, E.H., Hounsome, B., Jones, D.L. & Canals, L. 2009b. Vulnerability of exporting nations to the development of a carbon label in the United Kingdom. *Environmental Science & Policy*. 12(4): 479-490

Elms, R.D. & El-Halwagi, M.M. 2010. The effect of greenhouse gas policy on the design and scheduling of biodiesel plants with multiple feedstocks. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 12(5): 547-560

European Commission. 2011. Corporate social responsibility. [WWW-dokumentti]. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/corporate-social-responsibility/index_en.htm. (Luettu 2.5.2011)

European Commission. Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability. 2010. ILCD Handbook International Reference Life Cycle Data System - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. Publications Office of the European Union. Luxembourg. First Edition. 398p.

European Commission. Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability. 2010. ILCD Handbook International Reference Life Cycle Data System. Framework and Requirements for Life Cycle Impact Assessment Models and Indicators. Publications Office of the European Union. Luxembourg. First Edition. 103p.

Fazer. 2011. Hiilikukka kertoo ilmastokuorman. [WWW-dokumentti]. <http://fazer.fi/Vastuullisuus/Yritysvastuun-osa-alueet1/Vastuuymparistosta/hiilijalanjalki/Fazerin-hiilikukka-kertoo-tuotteen-ilmastokuorman-sen-elinkaaren-aikana-pelloilta-kaupan-hyllylle-saakka/>. (Luettu 21.4.2011).

- Finkbeiner, M. 2009. Carbon footprinting - opportunities and threats. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 14(2): 91-94
- Finnveden, G., Hauschild, M.Z., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D. & Suh, S. 2009. Recent Developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*. 91(1): 1-21
- Gleick, P.H. & Cooley, H.S. 2009. Energy implications of bottled water. *Environmental Research Letters*. 4(1): 1-6
- Golan, E., Kuchler, F. & Krissoff, B. 2007. Do Food Labels Make a Difference? . . . Sometimes. *Amber Waves*. 5(5): 10-17
- Golan, E., Kuchler, F. & Mitchell, L. 2001. Economics of food labeling. *Journal of Consumer Policy*. 24(2): 117-184
- Graafland, J. & van de Ven, B. 2006. Strategic and Moral Motivation for Corporate Social Responsibility. *The Journal of Corporate Citizenship*. 22: 111-123
- Gray, R. 2006. Social, environmental and sustainability reporting and organisational value creation? Whose Value? Whose Creation? *Accounting, Auditing & Accountability Journal*. 19(6): 793-819
- Guinée, J.B., Heijungs, R., Huppes, G. & Zamagni, A. 2011. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. 45(1): 90-96
- Guinée, J.B., Gorée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., de Koning, A., van
- Hartlieb, S. & Jones, B. 2009. Humanising Business Through Ethical Labelling: Progress and Paradoxes in the UK. *Journal of Business Ethics*. 88(3): 583-600
- Heiskanen, E. 2002. The institutional logic of life cycle thinking. *Journal of Cleaner Production*. 10(5): 427-437

Heltberg, R., Siegel, P.B., & Jorgensen, S.L. 2009. Addressing human vulnerability to climate change: Toward a 'no-regrets' approach. *Global Environmental Change*. 19(1): 89-99

Hine, J. & Preuss, L. 2009. "Society is Out There, Organisation is in Here": On the Perceptions of Corporate Social Responsibility Held by Different Managerial Groups. *Journal of Business Ethics*. 88(2): 381-394

Hustvedt, G. & Bernard, J. 2010. Effects of social responsibility labelling and brand on willingness to pay for apparel. *International Journal of Consumer Studies*. 34(6): 619-626

Ibanez, L. & Grolleau, G. 2008. Can Ecolabeling Schemes Preserve the Environment? *Environmental and Resource Economics*. 40(2): 233-250

[IPCC] Intergovernmental panel on climate change. 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [WWW-dokumentti]. Geneva: IPCC. 104 s.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm. (Luettu 1.2.2011)

[ISO] International Organization for Standardization. 2011. *ISO/CD 14067. Carbon footprint of products*. [WWW-dokumentti].
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=546318&development=on. (Luettu 16.4.2011)

[ISO] 14040 International Organization for Standardization. 2006. *Environmental Management – Life Cycle Assessment Principles and Framework*. Geneva. Switzerland.

[ISO] 14044 International Organization for Standardisation. 2006. *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines*. Geneva. Switzerland.

Iribarren, D., Hospido, A., Moreira, M.T. & Feijoo, G. 2010. Carbon footprint of canned mussels from a business-to consumer approach. A starting point for mussel processors and policy makers. *Environmental Science & Policy*. 13(6): 509-521

Johnson, E. 2008. Disagreement over carbon footprints: A comparison of electric and LPG forklifts. *Energy Policy*. 36(4): 1569-1573.

Kasterine, A. 2010. Counting carbon in exports carbon footprinting initiatives and what they for exporters in developing countries. *International Trade Forum*. 30-31.

Katajajuuri JM, Virtanen Y, Voutilainen P, Tuhkanen HR & Kurppa S. 2003a. Elintarvikkeiden ympäristövaikutukset Foodchain. Maa- ja metsätalousministeriö, MMM: julkaisu 6.

Katajajuuri JM, Voutilainen P, Tuhkanen HR, Honkasalo N. 2003b. Elovenakaurahiutaleiden ympäristövaikutukset. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Maa- ja elintarviketalous 33. 51 s.

Kempen, E., Bosman, M., Bouwer, C., Klein, R. & van der Merwe, D. 2011. An exploration of the influence of food labels on South African consumers' purchasing behaviour. *International Journal of Consumer Studies*. 35(1): 69-78

Kimura, A., Wada, Y., Kamada, A., Masuda, T., Okamoto, M., Goto, S., Tsuzuki, D., Cai, D., Oka, T. & Dan, I. 2010. Interactive effects of carbon footprint information and its accessibility on value and subjective qualities of food products. *Appetite*. 55(2): 271-278

Koos, S. 2011. Varieties of Environmental Labelling, Market Structures, and Sustainable Consumption Across Europe: A Comparative Analysis of Organizational and Market Supply Determinants of Environmental-Labelled Goods. *Journal of Consumer Policy*. 34(1): 127-151

Kuluttajavirasto. Julkaistu 10.2.2011. Pakkauksissa on erilaisia hyötykäyttömerkkejä. [WWW-dokumentti]. <http://www.kuluttajavirasto.fi/fi-FI/eko-ostaja/ymparistomerkit/pakkausmerkit/>

Kumar, S. & Tiwari, R. 2011. Corporate Social Responsibility: Insights into Contemporary Research. *IUP Journal of Corporate Governance*. 10(1): 22-45

Le Point sur la table. 2011. [WWW-dokumentti].
<http://www.lepointurlatable.fr/index.php?id=625#>. (Luettu 5.6.2011)

Lynes, J.K. & Andrachuk, M. 2008. Motivations for corporate social and environmental responsibility: A case study of Scandinavian Airlines. *Journal of International Management*. 14(4): 377–390

Lyonski, S., Durvasula, S. & Yiorgos, Z. 1996. *European Journal of Marketing*.
 30(12): 10-21

Ma, J.A., Zhao, H.Z. & Ren, F.Z. 2010. Study on Food Life Cycle Carbon Emissions Assessment. *Procedia Environmental Sciences*. 2: 1983-1987

Masclé, C. & Zhao, H. P. 2008. Integrating environmental consciousness in product/process development based on life-cycle thinking. *International Journal of Production Economics*. 112(1): 5-17

Mason, C.F. 2011. Eco-Labeling and Market Equilibria with Noisy Certification Tests. *Environmental and Resource Economics*. 48(4): 537-560

Micallef-Borg, C. 2010. Product Carbon Footprinting: Calculation and Communication Standards in the Making. *Carbon & Climate Law Review*. 4(2): 178-190

Mitchell, R. K., Agle, B. R. & Wood, D. J. 1997. Towards a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts. *Academy of Management Review*. 22(4):853–886.

McIlveen, H. & Semple, L. 2002. Seeing is believing: Current consumer use and understanding of food labels. *Nutrition and Food Science*. 32(2): 80-88

[MMM] Maa- ja metsätalousministeriö. 2010. Huomisen ruoka. Kansallisen ruokastrategian taustaraportti. Helsinki: Maa ja metsätalousministeriö. 50 s.

[MTT] Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Julkaistu 3.6.2011. Miten hiilikukan taustalaskenta on tehty? [WWW-dokumentti].

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/elintarvikeketjut/vastuullinenelintarviketalous/hiilijalanjaljet/climatecommunication/tiedotustilaisuus06062011/Fazer.pdf>)

Muthu, S., Li, Y., Hu, J.Y. & Mok, P.Y. 2011. Carbon footprint of shopping (grocery) bags in China, Hong Kong and India. *Atmospheric Environment*. 45(2): 469-475.

Myllymaa T, Tohka A, Dahlbo H, Tenhunen J. 2006. Ympäristönäkökulmat jätteen hyödyntämisessä energiana ja materiaalina. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016, Taustaselvitys osa 3. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12/2006. [WWW-dokumentti]. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=57493>. (Luettu 1.8.2011)

Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A., de Bruijn, J.A., van Duin, R. & Huijbregts, M.A.J. 2009. *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 692p.

Okoye, A. 2009. Theorising Corporate Social Responsibility as an Essentially Contested Concept: Is a Definition Necessary? *Journal of Business Ethics*. 89(4): 613-627

Orlitzky, M., Siegel, D.S. & Waldman, D.A. 2011. Strategic Corporate Social Responsibility and Environmental Sustainability. *Business and Society*. 50(1): 7-27

Palpa. 2011a. Kierrätysmuovipullo spesifikaatio. Luotu 5.12.2007. [WWW dokumentti]. http://palpa.fi/files/palpafi/ohjeistukset/PALPA_PET_spesifikaatio.pdf

Palpa. 2011b. Kierrätysmuovipullot. [WWW dokumentti]. <http://palpa.fi/juomateollisuus/jt-kmp-kierratysjärjestelmä>. (Luettu 6.6.2011)

Palpa. 2011c. Tiedote 31.3.2011. Pantillisten juomapakkausten palautusasteet edelleen nousussa. [WWW dokumentti]. <http://www.palpa.fi/files/palpafi/Uutiset/palpa-tiedote-31032011.pdf>

Pan, X. & Kraines, S. 2001. Environmental Input-Output Models for Life-Cycle Analysis. *Environmental and Resource Economics*. 20(1): 61-72

Panimo- ja virvoitusjuomateollisuusliitto. 2009. Tilastot: Juomien kulutus 2010. [WWW dokumentti]. <http://www.panimoliitto.fi/panimoliitto/tilastot>. (Luettu 4.4.2011)

Pasqualino, J. Meneses, M. & Castells, F. 2011. The carbon footprint and energy consumption of beverage packaging selection and disposal. *Journal of Food Engineering*. 103(4): 357-365

Pennington, D. W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Jolliet, O., Rydberg, T. & Rebitzer, G. 2004. Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice. *Environment International*. 30(5): 721-739

Plassmann, K., Norton, A., Attarzadeh, N., Jensen, M.P., Brenton, P. & Edwards-Jones, G. 2010. Methodological complexities of product carbon footprinting: a sensitivity analysis of key variables in a developing country context. *Environmental Science & Policy*. 13(5): 393-404

Plastics Europe. 2005. Ecoprofiles of the European Plastics Industry. Purified brine. [WWW-dokumentti]. <http://lca.plasticseurope.org/brn3.htm>. (Luettu 1.8.2011)

Plastics Europe. 2010. Päivitetty 5/2010. Ecoprofiles of the European Plastics Industry. Polyethyleneb Terephthalate. [WWW-dokumentti]. <http://lca.plasticseurope.org/petb5.htm>

Raisio. 2011a. CO2e-merkki. [WWW-dokumentti]. http://www.raisio.com/www/page/Ekologia_CO_merkki. (Luettu 21.4.2011).

Raisio. 2011b. Elovena-juoman hiilijalanjälki. [WWW-dokumentti]. <http://www.raisio.com/www/page/CaseElovena>. (Luettu 21.4.2011).

Raisio. 2011c. Hiilijalanjäljen laskenta. [WWW-dokumentti]. <http://www.raisio.com/www/page/2503>. (Luettu 21.4.2011).

Raisio. 2011d. Merkki helpottaa kuluttajan valintoja. [WWW-dokumentti]. <http://www.raisio.com/www/page/2489>. (Luettu 21.4.2011).

Rake, M. & Grayson, D. 2009. Embedding corporate responsibility and sustainability - everybody's business Corporate Governance. 2009. 9(4): 395-400

Raynolds, L.T. Murray, D. & Heller, A. 2007. Regulating sustainability in the coffee sector: A comparative analysis of third-party environmental and social certification initiatives. Agriculture and Human Values. 24(2): 147-163

Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T. Schmidt, W.P., Suh, S., Weidema, B.P. & Pennington, D.W. 2004. Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. Environment International. 30(5): 701-720

Schmidt, H-J. 2009. Carbon footprinting, labelling and life cycle assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment. 14(1): 6-9

Silayoi, P. & Speece, M. 2004. Packaging and purchase decisions, an exploratory study on the impact of involvement level and time pressure. British Food Journal. 106(8): 607-628 p.

Soya. 2011a. Tofun taitaja: Hiilijalanjälki. [WWW-dokumentti]. <http://www.soya.fi/co2> (Luettu 23.4.2011)

Soya. 2011b. Tuotteet: Hiilijalanjälki. [WWW-dokumentti]. <http://www.soya.fi/tuotteet/tofu-maustamaton/> (Luettu 23.4.2011)

Stefanovic, M. 2008. Lost In Labels: In The Maze Of The Environmental Labels: An Opportunity Or A Barrier. International Trade Forum. (1/2): 44

Suchman, M. C. 1995. Managing Legitimacy: Strategic and Institutional Approaches. Academy of Management Review. 20(3): 571-610.

[SYKE] Suomen ympäristökeskus. Toimittanut Riina Antikainen. 2010. Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet. Suomen

ympäristökeskuksen raportteja. Julkaistu 8.4.2010. [WWW dokumentti].
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=116835&lan=fi>

Tenhunen J, Oinonen J, Seppälä J. 2000. Vesihuollon elinkaaritutkimus. Tampereen vesilaitoksen vaikutukset ympäristöön. Suomen ympäristökeskus.

Thabrew, L. & Ries, R. 2009. Application of Life Cycle Thinking in Multidisciplinary Multistakeholder Contexts for Cross-Sectoral Planning and Implementation of Sustainable Development Projects. Integrated Environmental Assessment and Management. 5(3): 445-460

Thøgersen, J., Haugaard, P. & Olesen, A. 2010. Consumer responses to ecolabels. European Journal of Marketing. 44(11/12): 1787-1810

Upham, P., Dendler, L. & Bleda, M. 2011. Carbon labelling of grocery products: public perceptions and potential emissions reductions. Journal of Cleaner Production. 19(4): 348-355

Virtanen, Y., Hyvärinen, H., Katajajuuri JM., Kurppa S., Nousiainen J., Saarinen M., Sinkko T., Usva K., Virtanen J., Voutilainen P., Ekholm P., Grönroos J., Koskela S., Väänänen S. & Mäenpää I. 2009. Elintarvikeketjun ympäristövastuun taustaraportti [WWW-dokumentti]. 210 s.
http://www.laatuketju.fi/laatuketju/www/fi/julkaisut/Ketjuvastuu_kokonaisuus_15_12_2009.pdf. (Luettu 10.2.2011)

Voutilainen P., Tuhkanen HR., Katajajuuri JM., Nousiainen J. & Honkasalo N. 2003. Emmental sinileima-juuston tuotantoketjun ympäristövaikutukset ja parannusmahdollisuudet. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Maa- ja elintarviketalous 35. 96 s.

Weidema, B. P., Thrane, M., Christensen, P., Schmidt, J. & Løkke, S. 2008. Carbon Footprint A Catalyst for Life Cycle Assessment? Journal of Industrial Ecology. 12(1): 3-6

Wiedman, T. & Minx, J. 2008. A definition of 'Carbon Footprint'. C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends. 1-11.

Wiedman, T., Minx, J., Barrett, J. & Wackernagel, M. 2006. Allocating ecological footprints to final consumption categories with input–output analysis. *Ecological Economics*. 56(1): 28-48

Ympäristömerkki. 2011. [WWW dokumentti].
http://www.ymparistomerkki.fi/files/2301/Paperin_ja_paperituotteiden_ymparistoargumentit.pdf (Luettu 8.9.2011)

Zabaniotou, A. & Kassidi, E. 2003. Life cycle assessment applied to egg packaging made from polystyrene and recycled paper. *Journal of Cleaner Production*. 11(5): 549-559